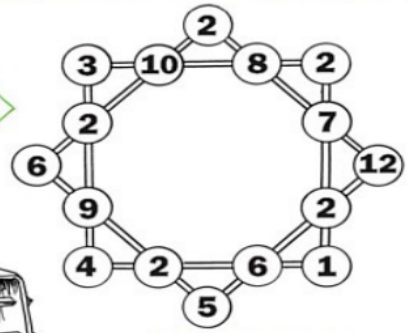
Простая наука для детей

Яков Перельман

Головоломки и развлечения

Как написать пятью двойками число 28?



Что можно построить из спичек?

Почему намагничивается гребень?

Как возникает электричество?

Как не заблудиться в лабиринте?

Аванта

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

В книгу Якова Перельмана «Головоломки и развлечения» вошли занимательные задачи, опыты, рассказы и игры, помогающие проверить свои знания по математике и физике. Здесь встретятся задачи о часах, числовые головоломки, развлечения со спичками и магические квадраты, сумма чисел сторон которых удивляла астрологов и алхимиков древности и обладала, по их мнению, волшебными свойствами. Для среднего школьного возраста.

- Яков Перельман
  -
  - Между делом
    - Ножницы и бумага
    - Блуждание в лабиринте
    - Страшная тень
  - Опыты и развлечения
    - Магнитный театр
    - Наэлектризованный гребень
    - Послушное яйцо
    - Взаимодействие
    - Электрическое отталкивание
    - Одна из особенностей электричества
  - Газетный лист
  - Числовые головоломки
    - Из семи цифр
    - Девять цифр
    - Пятью двойками
    - Четырьмя двойками
    - Число 37
    - Деление на 11
    - Числовой треугольник
    - Еще числовой треугольник
    - Восьмиконечная звезда
    - Магическая звезда
    - Числовое колесо
    - Трезубец
    - Ответы
      - Из семи цифр
      - Девять цифр
      - Пятью двойками
      - Четырьмя двойками

        - Число 37
        - Деление на 11
        - Числовой треугольник
        - Еще числовой треугольник
        - Восьмиконечная звезда
        - Магическая звезда
        - Числовое колесо
        - Трезубец
- Немного физики на спичках
    - Спички и булавка
    - Зажечь спичку каплей воды
    - Живые фигурки
    - Игрушки из спичек
    - Рисование спичками
- Задачи о покупках и ценах
    - Почем лимоны?
    - Плащ, шляпа и калоши
    - Покупка фруктов
    - Вздорожание и подешевление
    - Бочки
    - Ответы
        - Почем лимоны?
        - Плащ, шляпа и калоши
        - Покупка фруктов
        - Вздорожание и подешевление
        - Бочки
- Вес и взвешивание
    - Миллион изделий
    - Мед и керосин
    - Вес бревна
    - Под водой
    - Десятичные весы
    - Брусок мыла
    - Кошка и котята
    - Раковина и бусины
    - Вес фруктов
    - Сколько стаканов?
    - Гирей и молотком
    - Задача Архимеда
    - Ответы
        - Миллион изделий
        - Мед и керосин
        - Вес бревна
        - Под водой

- Десятичные весы
- Брусок мыла
- Раковины и бусины
- Вес фруктов
- Сколько стаканов?
- Гирей и молотком
- Задача Архимеда

- Задачи о часах
  - Цифра шесть
  - Трое часов
  - Двое часов
  - Который час?
  - Когда стрелки встречаются?
  - Когда стрелки направлены врозь?
  - По обе стороны шести
  - В котором часу?
  - Наоборот
  - Три и семь
  - Тиканье часов
  - Ответы
    - Цифра шесть
    - Трое часов
    - Двое часов
    - Который час?
    - Когда стрелки встречаются?
    - Когда стрелки направлены врозь?
    - По обе стороны шести
    - В котором часу?
    - Наоборот
    - Три и семь
    - Тикание часов
- Вопросы и опыты по физике
  - Груз на блоке
  - Две бороны
  - Квашеная капуста
  - Шило и зубило
  - Лошадь и трактор
  - Ползком по льду
  - Где разорвется веревочка?
  - Надорванная полоска
  - Крепкий спичечный коробок
  - Приблизить дуновением
  - Как установится стержень?
  - Прыжок в вагоне

- На пароходе
- Ходьба и бег
- Самоуравновешивающаяся палка
- В половодье

○ Развлечения со спичками
-
- Из четырех квадратов три
- Квадрат из спичек
- Решение задач 3–20

○ Спичечные игры
- Ряд из трех спичек
- Переправа
- Спичечная свайка
- Чет или нечет?
- «Игра в 20»

○ Немного арифметики на спичках
- Из трех — четыре
- Три кучки спичек

○ Немного геометрии на спичках
- Горизонтально и вертикально
- Два четырехугольника
- Что больше?
- Фигура с наибольшей площадью
- Мост из двух спичек
- Витрина магазина

○ Задачи из путешествий Гулливера
-
- Задача № 1
- Задача № 2
- Задача № 3
- Задача № 4
- Задача № 5
- Задача № 6
- Задача № 7
- Задача № 8
- Задача № 9
- Задача № 10
- Ответы
  - Решение задачи № 1
  - Решение задачи № 2
  - Решение задачи № 3
  - Решение задачи № 4
  - Решение задачи № 5
  - Решение задачи № 6

        - Решение задачи № 7
        - Решение задачи № 8
        - Решение задачи № 9
        - Решение задачи № 10
- Магические квадраты
    - Наименьший магический квадрат
    - Повороты и отражения
    - Способ Баше
    - Индийский способ
    - Квадраты с четным числом клеток
    - Откуда магические квадраты получили свое название
- Задачи о транспорте
    - Перелет
    - Два паровоза
    - Скорость поезда
    - Два поезда
    - Как поезд трогается с места?
    - Состязание
    - От Энска до Иксограда
    - Ответы
        - Перелет
        - Два паровоза
        - Скорость поезда
        - Два поезда
        - Как поезд трогается с места?
        - Состязание
        - От Энска до Иксограда

Яков Перельман
Головоломки и развлечения

© Станишевский Ю. А., ил., 2020
© Шелкун Е. В., ил., 2020
© ООО «Издательство АСТ», 2020

Между делом

Ножницы и бумага

Одним взмахом на три части. — Поставить полоску на ребро. — Заколдованные кольца. — Неожиданные результаты разрезывания. — Бумажная цепь. — Продеть себя через листок бумаги.

Вы думаете, конечно — как и я думал когда-то, — что на свете есть ненужные вещи. Ошибаетесь: нет такого хлама, который не мог бы для чего-нибудь пригодиться. Что не нужно для одной цели — полезно для другой; что не надобно для дела — годится для забавы.

В углу ремонтируемой комнаты попалось мне как-то несколько исписанных почтовых карточек и ворох узких бумажных полос, которые отрезываются обычно от края обоев перед оклейкой. «Хлам, который годится только в печку», — подумал я. А оказалось, что даже с такими никому не нужными вещами можно очень интересно позабавиться. Старший брат показал мне ряд любопытных головоломок, какие можно проделать с этим материалом.

Начал он с бумажных лент. Подав мне один обрывок полоски, длиной ладони в три, он сказал:

— Возьми ножницы и разрежь эту полоску на три части…

Я нацелился резать, но брат удержал меня:

— Постой, я не кончил. Разрежь на три части одним взмахом ножниц.

Это было потруднее. Я примерялся на разные лады, но все более убеждался, что брат задал мне мудреную задачу. Наконец я сообразил, что она вовсе неразрешима.

— Ты шутишь, — сказал я. — Это невозможно.

— Хорошенько подумай — может, и догадаешься.

— Я уже догадался, что задачу решить нельзя.

— Плохо догадался. Дай-ка.

Брат взял у меня полоску и ножницы, сложил бумажную ленту вдвое и разрезал ее пополам. Получилось три куска.

— Видишь?

— Да, но ты согнул полоску.

— Отчего же ты не согнул?

— Ведь не сказано было, что можно сгибать.

— Но и не сказано было, что сгибать нельзя. Сознайся уж прямо, что не догадался.

— Дай другую задачу. Больше не поймаешь.

— Вот еще полоска. Поставь ее на стол ребром.

— Чтобы стояла, или чтобы упала? — спросил я, подозревая ловушку.

— Конечно, чтобы стояла. Если упадет, значит, положена, а не поставлена.

«Чтобы стояла… ребром…» — размышлял я и вдруг сообразил, что полоску можно согнуть. Я перегнул ее углом и поставил на стол.

— Вот. Стоит на ребре! Не сказано было, что перегибать нельзя! — с торжеством объявил я.

— Правильно.

— Еще!

— Изволь. Видишь, я склеил концы нескольких полосок и получил бумажные кольца. Возьми красно-синий карандаш и проведи вдоль всей наружной стороны этого кольца синюю черту, а вдоль внутренней — красную.

— А потом?

— Это и все.

Пустячная работа! Однако она у меня не спорилась. Когда я замкнул синюю черту и хотел приступить к красной, то с досадой обнаружил, что по рассеянности прочертил синей линией обе стороны кольца.

— Дай другое кольцо, — сконфуженно сказал я. — Я нечаянно испортил первое.

Но и со вторым кольцом приключилась та же неудача: я и не заметил, как прочертил обе стороны кольца.

— Наваждение какое-то! Опять испортил. Дай третье.

— Бери, не жалко.

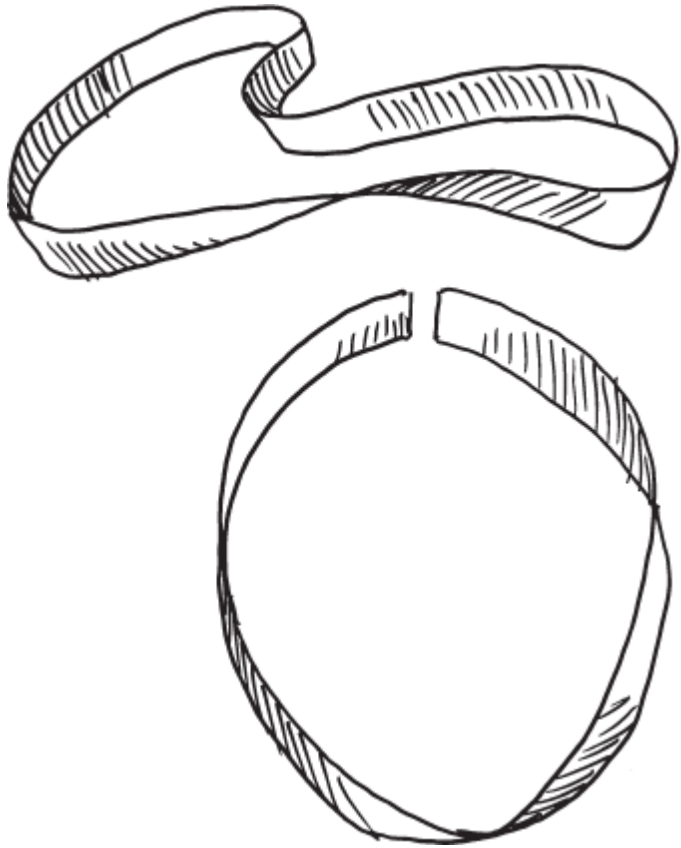
Что же вы думаете? Ведь и на этот раз исчерченными синим цветом оказались обе стороны.

Я был огорчен.

— Такой простой вещи сделать не можешь! — смеясь, сказал брат. — А вот у меня сразу получается.

И, взяв бумажное кольцо, он быстро провел по всей его наружной стороне синюю черту, а по всей внутренней — красную.

Получив новое кольцо, я принялся возможно осмотрительнее вести черту по одной его стороне и, стараясь не перейти как-нибудь на другую, замкнул линию. Опять незадача: обе стороны прочерчены! Готовый заплакать, я растерянно взглянул на брата — и тогда только по его лукавой усмешке догадался, что здесь дело неладно.



— Эге, ты что-то… Это фокус? — спросил я.

— Кольца заколдованы, — ответил он. — Необыкновенные!

— Какие же необыкновенные? Кольца как кольца. Но только ты что-то подстраиваешь.

— Попробуй проделать с этими кольцами что-нибудь другое. Например, мог ли бы ты такое кольцо разрезать вдоль, чтобы получилось два потоньше?

— Эка важность!

Разрезав кольцо, я уже собирался показать брату полученную пару тонких колец, когда с изумлением заметил, что в руках у меня не два, а одно длинное кольцо.

— Ну, где же твои два кольца? — насмешливо спросил брат.

— Дай другое кольцо: попробую еще раз.

— А ты разрежь то, которое у тебя получилось.

Я разрезал. На этот раз у меня было в руках несомненно два кольца. Но, когда я стал их разнимать, оказалось, что их невозможно распутать, так как они были сплетены друг с другом. Брат был прав: кольцо в самом деле заколдованное!

— Секрет колдовства очень прост, — объяснил брат. — Ты

можешь и сам изготовить такие необыкновенные кольца. Все дело в том, что, прежде чем склеить концы бумажной ленты, нужно завернуть один из концов вот так…

— От этого все и происходит?

— Представь! Сам же я, конечно, чертил карандашом на обыкновенном кольце… Еще интереснее получается, если конец ленты завернуть при этом не один, а два раза.

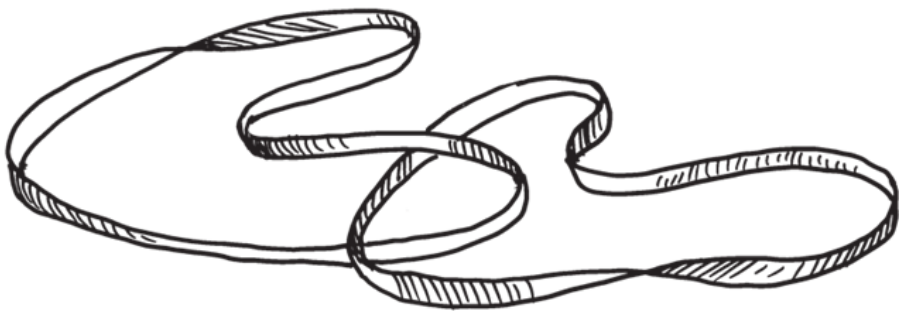
Брат на моих глазах приготовил кольцо по этому способу и подал мне.

— Разрежь вдоль, — сказал он. — Что ты получишь?

Разрезав, я получил два кольца, но продетых одно сквозь другое. Забавно! Разнять их было невозможно.

Я сам приготовил еще три таких кольца — и получил еще три пары неразлучных колец.

— А как бы ты сделал, — спросил брат, — если бы тебе нужно было все четыре пары колец соединить в одну длинную, несомкнутую цепь?



— Ну, это просто: разрезать по одному кольцу у каждой пары, продеть и снова склеить.

— Значит, ножницами ты разрезал бы, — возразил брат, — три кольца?

— Три? Разумеется, — ответил я.

— А меньше трех нельзя?

— У нас ведь четыре пары колец. Как же ты хочешь их соединить, разорвав только два кольца? Это невозможно! — с уверенностью заявил я.

Вместо ответа брат молча взял из моих рук ножницы, разрезал два кольца одной пары и соединил ими три остальные пары — получилась цепь из восьми колец. До смешного просто! Никакой хитрости здесь не было. И я удивлялся только, как мне самому не пришла в голову такая простая мысль.

— Ну, достаточно возились с бумажными лентами. У тебя там, кажется, есть еще старые почтовые карточки. Давай-ка

придумаем что-нибудь и с ними. Попробуй, например, вырезать в карточке самую большую дыру, какую только тебе удастся.

Проткнув карточку ножницами, я аккуратно вырезал в ней четырехугольное отверстие, оставив узенькую кайму бумаги.

— Всем дырам дыра! Большей не вырезать! — с удовлетворением сказал я, показывая брату результат моей работы.

Брат, однако, был иного мнения.

— Ну, дыра маловата. Едва рука пролезет.

— А ты бы хотел, чтобы вся голова прошла? — язвительно спросил я.

— Голова и туловище. Чтобы всего себя продеть можно было: это будет подходящая дыра.

— Ха-ха! Вырезать дыру больше самой бумаги, этого ты хочешь?

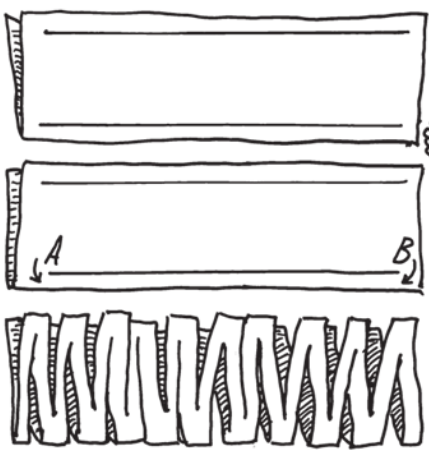
— Именно. Больше бумаги во много раз.

— Тут уж никакая хитрость не поможет. Что невозможно, то невозможно…

— А что возможно, то возможно, — сказал брат и принялся вырезать.

Уверенный, что он шутит, я все же с любопытством следил за его руками. Он перегнул почтовую карточку пополам, потом провел карандашом близ длинных краев перегнутой карточки две черты и сделал два надреза близ других двух краев.

Затем прорезал сложенный край от точки А до точки В и стал делать надрезы тесно один возле другого так:



— Готово, — объявил брат.

— Но я не вижу никакой дыры.

— Гляди-ка!

И брат разнял бумажку. Представьте: она развернулась в длиннейшую цепь, которую брат совершенно свободно перекинул через мою голову. Она упала к моим ногам, окружив меня своими зигзагами.

— Ну что: можно пролезть через такую дыру? Как ты скажешь?

— Двоим не тесно будет! — в восхищении воскликнул я.

На этом брат закончил свои опыты и головоломки, обещав в другой раз показать целый ряд новых — исключительно с одними монетами.

Блуждание в лабиринте

Блуждание в лабиринте. — Люди и крысы. — Правило правой и левой руки. — Лабиринты в древности. — Турнефор в пещере. — Решение задачи о лабиринтах.

— Что ты там хохочешь над книжкой? Веселая история? — спросил меня брат.

— Очень. «Трое в одной лодке» Джерома.

— Помню, забавная вещь! Какое место ты сейчас читаешь?

— О том, как толпа людей блуждала в садовом лабиринте и не могла из него выбраться.

— Интересный рассказ! Прочти-ка его мне.

Я прочел вслух рассказ о блуждании в лабиринте с самого начала.

> «Гаррис спросил, бывал ли я в Гемптон-Кортском лабиринте. Ему самому случилось побывать там. Он изучил его на плане, и устройство лабиринта оказалось простым до глупости, так что вряд ли стоило платить за вход. Гаррис водил туда одного из своих родственников.
>
> — Пойдемте, если хотите, — сказал он ему. — Только тут нет ничего интересного. Нелепо называть это лабиринтом. Ряд поворотов направо — и вы у входа. Мы обойдем его в десять минут.
>
> В лабиринте они встретили несколько человек, которые гуляли там уже около часа и рады были бы выбраться. Гаррис сказал, что они могут, если угодно, следовать за ним.
>
> По дороге к ним приставали все новые лица, пока не собралась вся публика, находившаяся в лабиринте. Люди, потерявшие уже всякую надежду выбраться отсюда и увидеть когда-нибудь семью и друзей, ободрялись при виде Гарриса, всех наблюдалось человек двадцать, в том числе одна женщина с ребенком, которая провела в лабиринте целое утро и теперь уцепилась за руку Гарриса, чтобы случайно не потерять его. Гаррис всё сворачивал направо, но путь оказался очень длинным, и знакомый Гарриса заметил, что лабиринт, по-видимому, очень велик.
>
> — О, один из самых обширных в Европе! — подтвердил Гаррис.

— Должно быть, — сказал кто-то из путников, — мы прошли уже добрых две мили.

Гаррис все еще бодрился, пока не наткнулся на кусок пряника, валявшийся на земле. Товарищ Гарриса клялся, что видел этот самый кусок семь минут назад.

— Не может быть! — сказал Гаррис.

Но женщина с ребенком заявила, что, напротив, очень может быть, так как она сама уронила этот пряник еще до встречи с Гаррисом. Лучше бы ей вовсе не встречаться с Гаррисом: по всему видно, что он обманщик. Гаррис возмутился. Он вынул карту и стал доказывать, что они идут верным путем.

— Карта была бы полезна, — заметил один из спутников, — если бы мы только знали, где находимся.

Гаррис этого не знал. Он предложил вернуться к выходу и начать сызнова. Все потащились в обратный путь. Минут через десять компания очутилась в центре лабиринта.

Гаррис хотел было сказать, что он сюда и направлялся, но настроение толпы показалось ему опасным, и он сделал вид, что попал сюда случайно.

Во всяком случае куда-нибудь надо было идти. Теперь они знали, где находятся, и потому снова взялись за карту. Казалось, выбраться ничего не стоит, и они в третий раз тронулись в путь.

Три минуты спустя они снова очутились в центре лабиринта…

Много раз пробовали они выбраться из лабиринта, но все безрезультатно. Куда бы ни направлялись, всякий раз возвращались к центру. Это повторялось так правильно, что некоторые решали оставаться на месте и ждать, пока товарищи не сделают обхода и не вернутся к ним. Гаррис извлек было карту, но один ее вид привел толпу в бешенство.

В конце концов они окончательно сбились с толку и стали звать сторожа. Тот явился, взобрался на наружную лестницу и крикнул им, куда идти.

Но все уже так одурели, что не могли ничего понять. Тогда он крикнул, чтобы они стояли на месте и дожидались его. Они сбились в кучу и стали ждать, а он спустился с лестницы и пошел к ним.

Это был молодой и неопытный сторож; забравшись в лабиринт, он не мог отыскать их и тщетно пытался к ним пробраться; в конце концов он сам заблудился. По

временам они видели его мелькавшим там и здесь, по ту сторону изгороди, а он завидев их, устремлялся к ним, — но спустя минуту появлялся на прежнем месте и спрашивал, куда они девались.

Пришлось дождаться, когда один из старых сторожей явился к ним на выручку».

— Все-таки они уж чересчур были недогадливы, — сказал я, кончив чтение. — Держать в руках план и не найти дороги — это надо уметь!

— А ты, думаешь, сразу нашел бы?

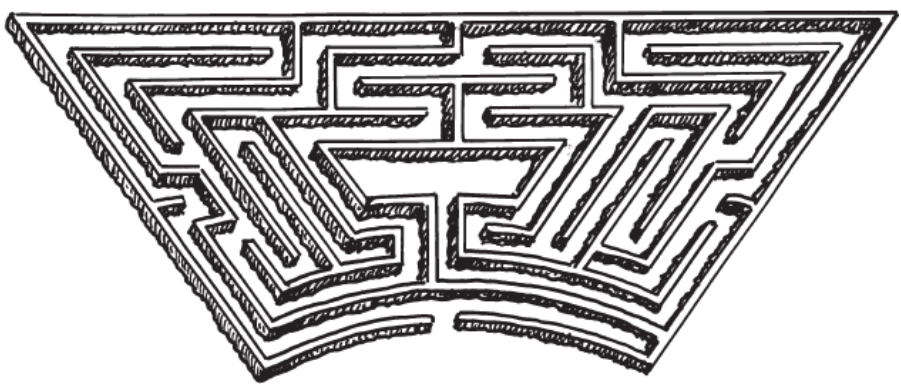
— Ещё бы: по плану!

— Погоди. У меня, кажется, имеется план как раз этого лабиринта, — сказал брат и стал рыться на своей этажерке.

— Так этот лабиринт действительно существует?

— Гемптон-Кортский? Конечно. Близ Лондона. Уже 200 лет, как он устроен… Нашел. Так и есть: план Гемптон-Кортского лабиринта. Оказывается, он совсем невелик, всего только 1000 квадратных метров.

Брат раскрыл книгу, в которой изображен был небольшой план.



— Вообрази, что ты находишься здесь, на центральной площадке лабиринта, и хочешь выбраться наружу. Каким путем направился бы ты к выходу? Заостри спичку и показывай ею дорогу.

Я уставился спичкой в центр лабиринта и смело повел ее отсюда по извилистым ходам плана. Но дело оказалось сложнее, чем я ожидал. Покружив недолго по плану, я очнулся… снова на центральной лужайке, точь-в-точь, как осмеянные мной герои Джерома!

— Видишь: и план не помогает. А крысы справляются с этой задачей без всякого плана.

— Крысы? Какие крысы?

— Те, о которых говорится в этой книге. Ты думаешь, здесь у меня сочинение по садовой архитектуре? Нет, это книга об умственных способностях животных. Чтобы испытать сообразительность крыс, ученые устраивают из гипса маленькое подобие лабиринта и пускают туда испытуемых животных. Здесь говорится, в этой книге, что крысы находили путь в гипсовом лабиринте Гемптон-Корта всего только в полчаса, то есть быстрее, чем люди у Джерома.

— А ведь, судя по плану, лабиринт как будто несложный. Не подумаешь, что он такой коварный…

— Существует очень простое правило, зная которое можно смело входить в любой лабиринт без опасения, что не найдешь из него обратного выхода.

— Какое правило?

— Надо идти по лабиринту, ведя по его стенке правой рукой, — или левой, безразлично, — но только одной все время.

— Только и всего?

— Да. Попробуй применить правило на деле, мысленно прогулявшись по этому плану.

Я направил мою спичку в путь, руководясь этим правилом, и действительно довольно скоро дошел от наружного входа до центра лабиринта, а оттуда снова к наружному входу.

— Превосходное правило!

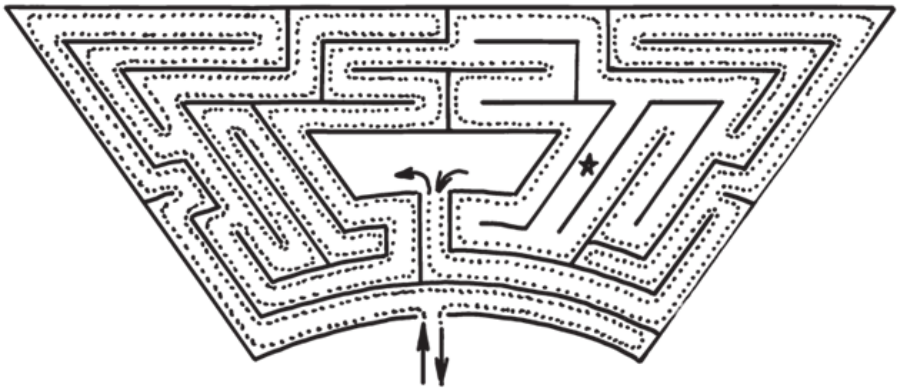
— Не совсем, — возразил брат. — Правило это хорошо, чтобы не заблудиться в лабиринте, но оно не годится, чтобы обойти все его дорожки без исключения.

— Однако я ведь побывал сейчас во всех аллеях плана, ни одной не пропустил.

— Ошибаешься: если бы ты отмечал пунктирной линией пройденный путь, то обнаружил бы, что одна аллея осталась непосещенной.

— Какая?

— Я отмечаю ее звездочкой на этом плане.



Здесь ты не побывал. В иных лабиринтах это правило проведет тебя мимо обширных частей его, так что хотя ты и выйдешь из него благополучно, но осмотришь его далеко не весь.

— А много существует разных лабиринтов?

— Предостаточно. В наше время их устраивают только в садах и парках: блуждаешь под открытым небом между высокими стенами живой изгороди. Но в древности устраивали лабиринты внутри обширных зданий или подземелий. Делалось это с жестокой целью обречь помещенных туда людей на безнадежное блуждание по хитроумной сети коридоров, переходов, зал, доводя до гибели от голода. Таков был, например, легендарный лабиринт на острове Крит, построенный, как гласит предание, по приказанию древнего царя Миноса. Переходы его были так запутаны, что сам строитель его, Дедал, не мог будто бы найти из них выхода. Римский поэт Овидий так описывает это здание:

> Выстроив дом лабиринтом с глухими стенами и крышей,
> Дедал — тогда замечательный гений в строительном деле —
> Здание вывел, в котором особых примет не имелось,
> Длинный же ряд коридоров кривых, в направлениях разных
> Цепью тянущийся, только лишь путал пытливые взоры.

И прибавляет далее, что

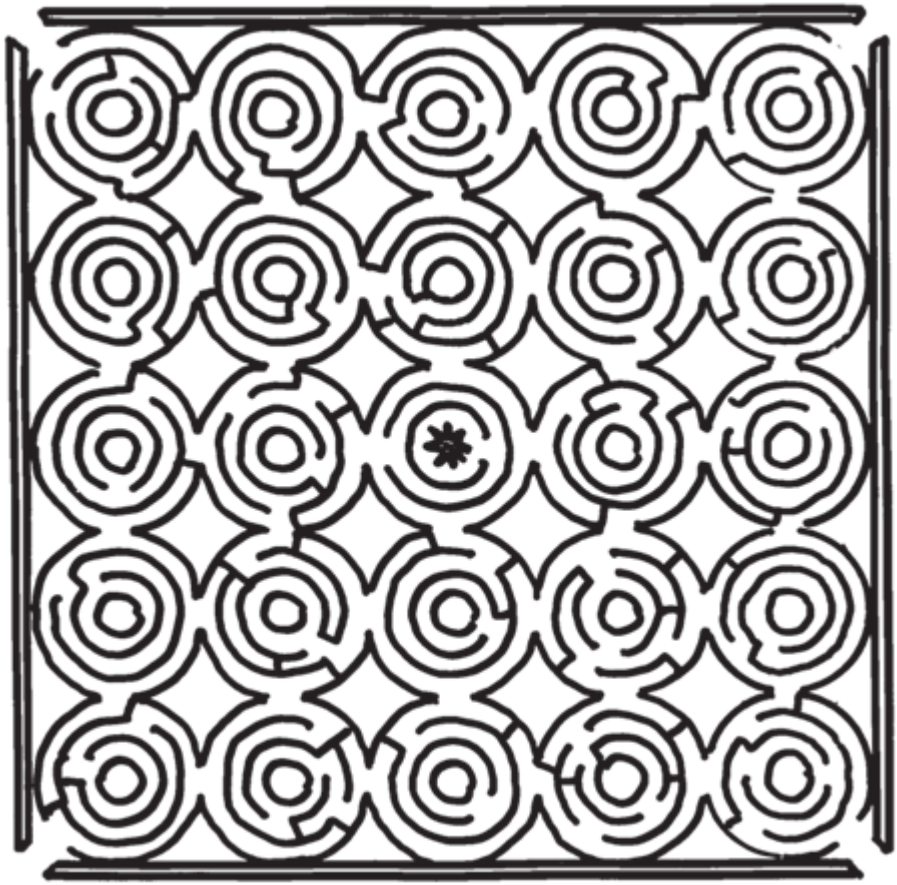
> …Дедал пути без числа в своем зданье устроил,
> Так что сам затруднялся пробраться к наружному входу.

— Другие лабиринты древности, — продолжал брат, — имели целью охранять могилы царей, защищать их от грабителей.

Гробница помещалась в центре лабиринта, так что, если бы алчному искателю погребенных сокровищ даже удалось добраться до них, он не мог бы найти обратного выхода: могила царя оставалась и его могилой.

— Почему же они не пользовались правилом ходьбы по лабиринтам, о котором ты раньше говорил?

— Во-первых, в древности об этом правиле никто, по-видимому, не знал. Во-вторых, я уже объяснял тебе, что оно не всегда дает возможность обойти все закоулки лабиринта. Можно устроить лабиринт так, что пользующийся этим правилом минует то место лабиринта, где находятся сокровища.



— А можно ли устроить такой лабиринт, из которого совсем нельзя было бы выйти? Конечно, кто зашел в него, пользуясь твоим правилом, тот из него выберется. Но если человека завести внутрь и там предоставить блуждать?..

— Древние думали, что, когда пути лабиринта достаточно

хорошо запутаны, выбраться из них совершенно невозможно. Однако это не так. Можно доказать с математической достоверностью, что безвыходных лабиринтов устроить нельзя. Мало того: не только из всякого лабиринта можно найти выход, но можно обойти все его закоулки, ни одного не пропустив, и все-таки потом благополучно из него выбраться. Надо только взяться за дело, придерживаясь строгой системы, и притом с известными предосторожностями. 200 лет назад французский ботаник Турнефор отважился посетить на острове Крит одну пещеру, о которой существовало предание, что благодаря бесчисленным своим переходам она представляет безвыходный лабиринт. Таких пещер на Крите несколько, и возможно, что они-то и породили в древности легенду о лабиринте царя Миноса. Как же поступил французский ботаник, чтобы не заблудиться? Вот что рассказывает об этом его соотечественник, математик Люка.

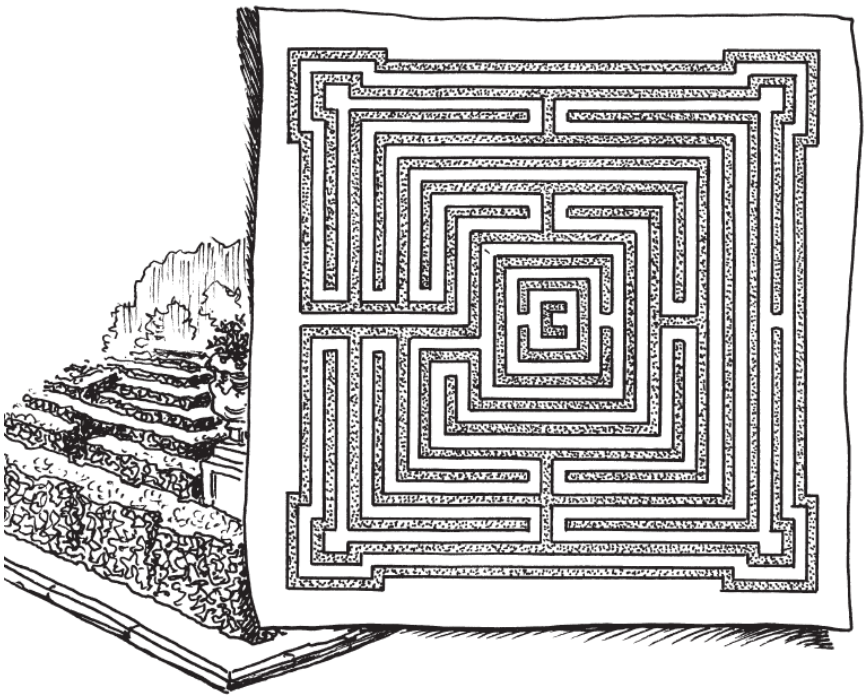
Брат взял с этажерки старую книгу под заглавием «Математические развлечения» и прочел вслух следующее место, которое я потом переписал:

— «Побродивши некоторое время со своими спутниками по целой сети подземных коридоров, мы подошли к длинной и широкой галерее, которая привела в обширную залу в глубине лабиринта. Мы сделали, — говорит Турнефор, — в полчаса 1460 шагов по этой галерее, не уклоняясь ни вправо, ни влево… По обе стороны от нее тянется столько коридоров, что в них непременно запутаешься, если не принять необходимых предосторожностей; а так как у нас было сильное желание выбраться из этого лабиринта, то мы и позаботились обеспечить себе обратный путь.

Во-первых, мы оставили одного из наших проводников у входа в пещеру и велели ему тотчас же собрать людей из соседней деревни для нашего освобождения, если мы не вернемся к ночи. Во-вторых, у каждого из нас в руках было по зажженному факелу. В-третьих, на всех поворотах, которые нам казалось затруднительным отыскать впоследствии, мы прикрепляли справа к стене нумерованные бумажки. И, в-четвертых, один из наших проводников клал по левую сторону заготовленные им заранее пучки терновника, а другой посыпал дорогу рубленой соломой, которую он все время нес с собой в мешке».

— Все эти хлопотливые предосторожно-сти, — сказал брат, когда кончил чтение отрывка, — не так необходимы, как тебе, быть может, кажется. Во времена Турнефора, впрочем, иначе и нельзя было поступить, потому что тогда еще задача о лабиринтах не была разрешена. В наши дни выработаны правила странствования по лабиринтам, менее обременительные, но не менее надежные, нежели предосторожности французского

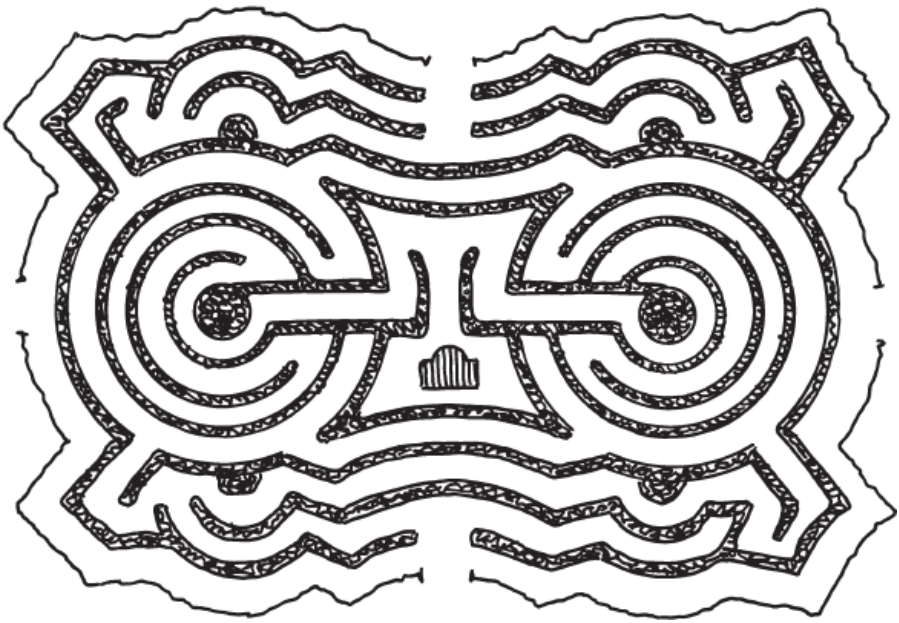
ботаника.



— Ты знаешь эти правила?

— Они несложны. Первое правило состоит в том, что, ступив в лабиринт, идут по любому пути, пока не зайдут в тупик или к перекрестку. Если пришли в тупик, возвращаются обратно, и два камешка у выхода из него будут показывать, что этот коридор пройден дважды. Если же приходят к перекрестку, то идут далее по любому коридору, отмечая камешком всякий раз путь, по которому прибыли, и путь, по которому отправляются далее. Таково первое правило. Второе гласит следующее: прибыв по новому коридору на такой перекресток, на котором уже побывали раньше (это видно по камешкам), тотчас же идут назад, положив у конца коридора два камешка. Наконец, третье правило требует, чтобы, придя на посещенный уже перекресток по коридору, также уже раз пройденному, отметить путь вторым камешком и идти по одному из тех коридоров, по которому еще ни разу не шли. Если такого не оказывается, выбирают коридор, у входа в который лежит всего один камешек (то есть коридор, пройденный всего один раз). Придерживаясь этих трех правил, можно обойти дважды, то есть туда и назад, все коридоры лабиринта, не

пропустив ни одного закоулка, и благополучно выбраться на свободу. У меня имеется несколько планов лабиринтов, которые я вырезал в разное время из иллюстрированных журналов. Если хочешь, можешь попытаться совершить по ним путешествие. Надеюсь, что после всего того, что ты уже знаешь, тебе не грозит опасность заблудиться в них. А если у тебя много терпения, можешь на деле осуществить подобный лабиринт — хотя бы Гемптон-Кортский, о котором писал Джером, — соорудив его с твоими товарищами на нашем дворе из снега.



Страшная тень

— Хочешь увидеть нечто необычное?.. — обратился ко мне старший брат как-то вечером. — Пойдем со мной в соседнюю комнату.

Комната была темная. Брат взял свечу, и мы пошли. Отважно шагал я впереди, смело открыл дверь и храбро вступил первым в комнату. Но вдруг я обомлел: со стены глядело на меня какое-то нелепое чудовище. Плоское, как тень, оно пялило на меня свои глаза.

Признаюсь, я изрядно струсил. И, наверное, кинулся бы бежать, если бы сзади меня не раздался смех брата.

Оглянувшись, я понял, в чем дело: висевшее на стене зеркало было сплошь закрыто бумажным листом с вырезанными в нем глазами, носом и ртом, а брат направлял на него свет свечи так, чтобы отражение этих участков зеркала попадало как раз на мою тень.

Вышел большой конфуз: я испугался собственной тени…

Когда я потом пробовал сыграть ту же шутку с товарищами, я убедился, что расположить зеркало нужным образом не так-то просто. Пришлось немало упражняться, прежде чем я овладел этим искусством. Лучи света отражаются от зеркала по определенным правилам, а именно так, что угол, под каким они встречают зеркало, равен тому углу, под каким они от него отражаются. Когда я узнал это правило, мне уже нетрудно было сообразить, как надо поместить свечу относительно зеркала, чтобы светлые пятна упали как раз в требуемые места тени.

Опыты и развлечения

Магнитный театр

Вернее, не театр, а цирк, так как в нем показываются канатные плясуны, разумеется, вырезанные из бумаги.

Прежде всего нам придется соорудить из картона самое здание цирка. В нем натяните внизу проволоку. Над сценой укрепите подковообразный магнит.

Теперь займитесь артистами. Их вырезают из бумаги и дают им разнообразные позы соответственно их артистическому назначению, с тем непременным условием, что длина их равнялась длине иголки, подклеенной сзади них, вдоль фигуры: подклеить же ее можно с помощью двух-трех капель сургуча.

Если такую фигуру поставить на «канат», то она не только не упадет, но останется в вертикальном положении, притягиваемая магнитом. Слегка дергая проволоку, вы оживите своих канатных плясунов, заставив их покачиваться, подпрыгивать, не теряя равновесия.

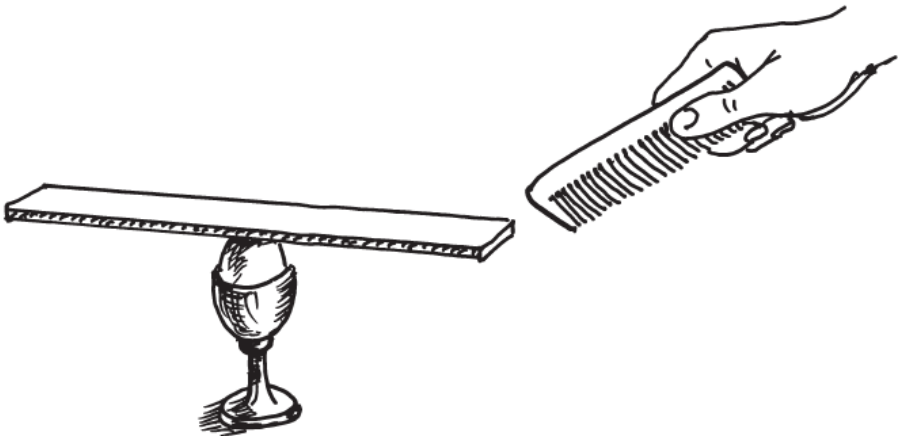
Наэлектризованный гребень

Если даже вы еще ничего не знаете из науки об электричестве, незнакомы даже с первыми буквами ее азбуки, вы и в таком случае можете проделать ряд электрических опытов, любопытных и, во всяком случае, полезных для вашего будущего знакомства с этой удивительной силой природы.

Лучшее время и место для этих электрических опытов — хорошо натопленная комната в морозную зиму. Опыты такого рода хорошо удаются только в сухом воздухе, а нагретый воздух зимой гораздо суше, чем летом при такой же температуре.

Итак, перейдем к опытам. Вам приходилось, конечно, проводить расческой по сухим волосам. Если вы делали это в натопленной комнате и при полной тишине, вы могли слышать легкое потрескивание, издаваемое гребнем при расчесывании. Гребень электризовался от трения о волосы.

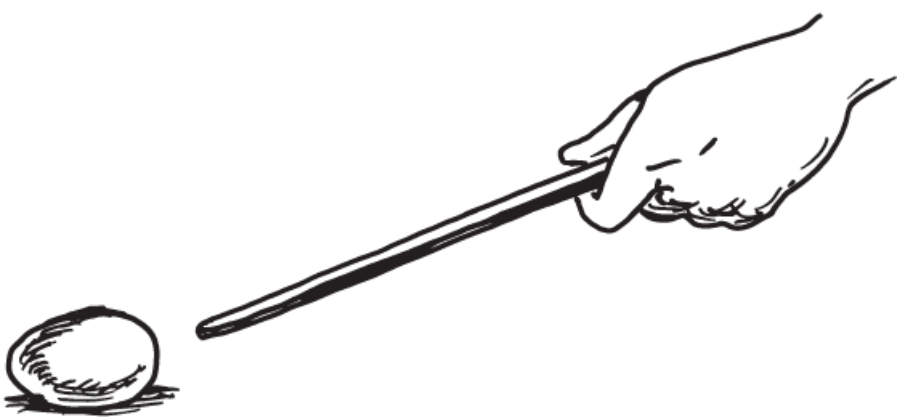
Однако наэлектризовать его можно не только волосами: если потереть гребень о сухую шерстяную ткань, он также приобретает электрические свойства, даже еще в большей степени. Проявляются же свойства эти весьма разнообразно и прежде всего в притяжении легких тел. Поднесите натертый гребень к обрезкам бумаги, и они легко поднимутся и пристанут к гребешку. Сделайте из легкой бумаги крошечные кораблики и пустите их на воду: с помощью наэлектризованного гребня вы сможете управлять движениями вашей бумажной флотилии, как волшебным жезлом. Можно обставить опыт еще внушительнее: в бокальчик (сухой) положите яйцо, а на нем уравновесьте горизонтально довольно длинную линейку. Такая линейка при приближении наэлектризованного гребня к одному из ее концов довольно проворно поворачивается. Вы можете заставить ее послушно следовать за гребнем: двигаться в ту или другую сторону, даже вращаться кругом.



Послушное яйцо

Таким же электрическим свойством можете вы наделить не только расческу, но и другие предметы. Электризуется также стеклянная трубка или палочка, если ее натирать шелком; но опыт со стеклом удается лишь в очень сухом воздухе, если к тому же и шелк и стекло хорошо просушены нагреванием.

Вот еще забавный опыт с электрическим притяжением. Выпустите через маленькое отверстие содержимое куриного яйца: для этого лучше выдувать его содержимое через другое отверстие, на противоположном конце. Получив пустую скорлупу (отверстия залепляют белым воском), вы кладете ее на гладкий стол, на доску или большое блюдо и с помощью наэлектризованной палочки заставляете это пустое яйцо послушно перекатываться вслед за нею. На постороннего наблюдателя, не знающего, что яйцо пустое, опыт этот (придуманный знаменитым ученым Фарадеем) производит озадачивающее впечатление. Бумажное кольцо или легкий шарик также следуют за наэлектризованной палочкой.



Взаимодействие

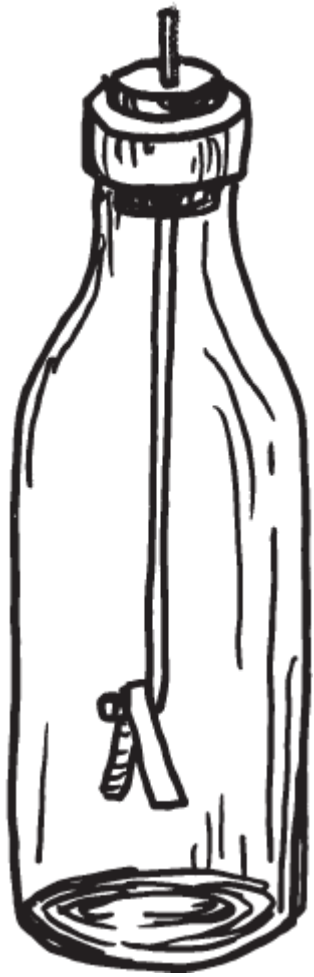
Механика учит, что одностороннего притяжения — и вообще одностороннего действия — быть не может: всякое действие есть взаимодействие. Значит, если наэлектризованная палочка притягивает разные предметы, то она и сама притягивается к ним. Чтобы убедиться в существовании этого притяжения, нужно только сообщить гребню или палочке подвижность, например подвесив ее на нитяной петле (лучше, если нить шелковая). Тогда легко обнаружить, что всякий ненаэлектризованный предмет — хотя бы ваша рука — притягивает гребень, заставляет его поворачиваться и т. п.

Это, повторяем, общий закон природы. Он проявляется всегда и всюду: всякое действие есть взаимодействие двух тел, действующих друг на друга в противоположном направлении. Действия одностороннего, не сопровождающегося противодействием другого тела, на которое оно обращено, никогда в природе не бывает.

Электрическое отталкивание

Возвратимся к опыту с подвешенным наэлектризованным гребнем. Мы видели, что он притягивается всяким наэлектризованным телом. Интересно испытать, как действует на него другой, тоже наэлектризованный предмет. Опыт убедит вас, что это взаимное действие двух наэлектризованных тел может быть различно. Если к наэлектризованному гребню приблизите наэлектризованную стеклянную палочку или другой гребень, то взаимодействие проявится в форме отталкивания.

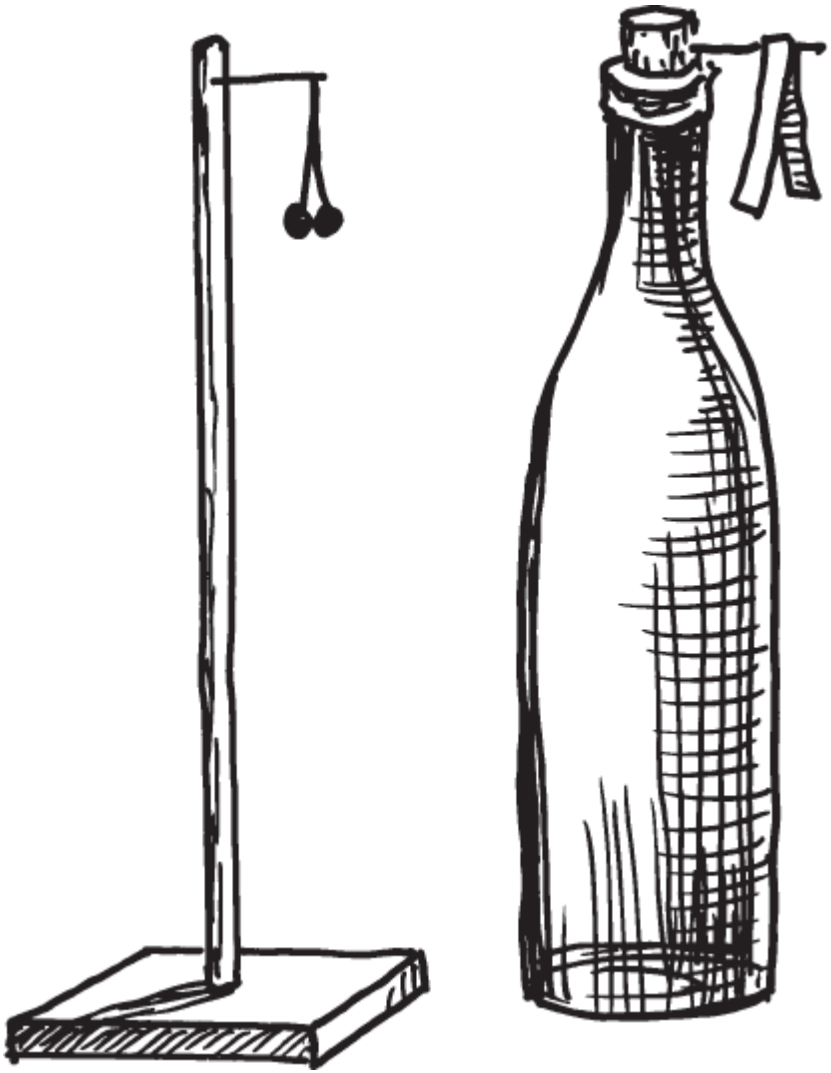
Физический закон, охватывающий этот род явлений, гласит: электричества разноименные притягиваются, одноименные — отталкиваются. На отталкивании одноименно наэлектризованных вещей основано устройство простого прибора для обнаружения электричества — так называемого электроскопа. Слово «скоп» взято из греческого языка и значит «показывать»; по тому же образцу составлены слова: «телескоп», «микроскоп» и др.



Вы сами можете устроить этот несложный прибор. Через середину картонного кружка или пробки, могущих прикрыть отверстие банки, продевают стержень; часть его должна выступать сверху. К концу стержня прикрепляют воском две полоски фольги или папиросной бумаги. Затем втыкают пробку в горлышко или прикрывают его картонным кружком, залив края воском, — и электроскоп готов к употреблению. Если теперь к выступающему концу стержня вы поднесете наэлектризованную вещь, то электризация сообщится и обеим полоскам; они наэлектризуются одновременно и потому разойдутся вследствие взаимного отталкивания. Расхождение листочков и является признаком того, что предмет, которым прикоснулись к стержню электроскопа, был наэлектризован.

Если вам не дается искусство мастерить, вы можете устроить себе электроскоп проще: он будет не так удобен и не так

чувствителен, но все же пригоден к употреблению. Подвесьте к деревянной палочке на ниточках два шарика из бузиновой сердцевины так, чтобы, свешиваясь, они соприкасались. Вот и электроскоп: прикоснувшись к одному шарику испытуемым предметом, вы заметите, что другой шарик отклонится в сторону, если предмет был наэлектризован.



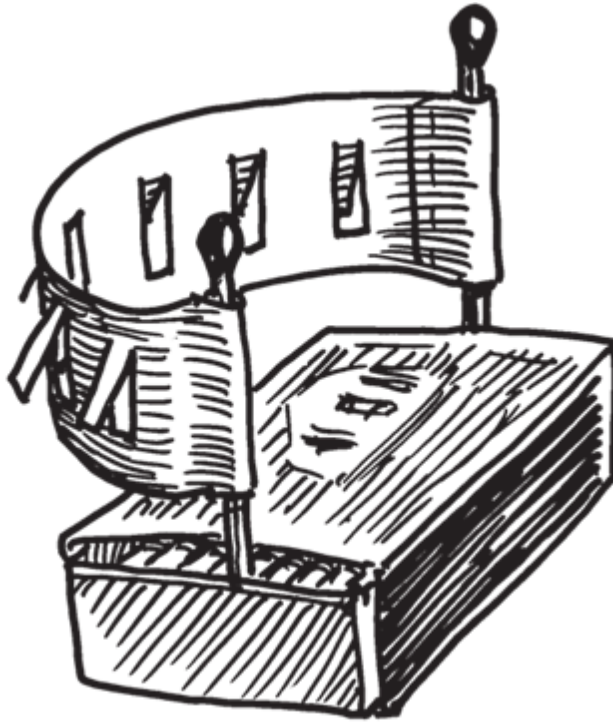
Наконец, на рисунке вы видите еще один тип упрощенного электроскопа: на булавку, воткнутую в пробку, навешена согнутая посередине полоска фольги. Дотрагиваясь наэлектризованным предметом до булавки, вы заставите полоски отойти друг от друга.

Одна из особенностей электричества

При помощи легко выполнимого самодельного прибора вы можете удостовериться в одной интересной и очень важной особенности электричества — оно скопляется только на поверхности предмета и притом лишь на выпуклых, выдающихся его частях.

Каплей сургуча приклейте спичку стоймя к спичечной коробке; приготовьте две такие подставки. Затем вырежьте бумажную полоску шириной примерно в спичку, длиной — спички в три. Края бумажной полоски заверните трубочкой так, чтобы можно было надевать ее на подставки. К бумажному листу приклейте с каждой стороны по три-четыре узких ленточки из тонкой, папиросной, бумаги и наденьте всю полосу на спичечные подставки.

Теперь с нашим прибором можно делать опыты. Вытянем бумажную полосу и дотронемся до нее наэлектризованной сургучной палочкой — бумага и все ленточки на ней наэлектризуются одновременно; это скажется в том, что ленточки оттопырятся на обеих сторонах бумажной полосы. Разместите подставки так, чтобы полоса изогнулась дугой, и тогда наэлектризуйте ее — ленточки оттопырятся только на выпуклой стороне полосы, на вогнутой же будут свисать по-прежнему. Что же это показывает? Что электричество собралось лишь на выпуклой стороне. Придайте бумажной полосе форму буквы S, и вы опять убедитесь, что электричество обнаруживает свое присутствие только на выпуклой части бумаги.



Газетный лист

Что значит «смотреть головой»? — Тяжелая газета

— Решено! — объявил мне старший брат, похлопывая рукой по изразцам натопленной печи. — Решено: вечером мы проделываем с тобой электрические опыты.

— Опыты? Новые опыты! — восторженно подхватил я. — Когда? Сейчас? Я хотел бы сейчас!

— На всякое хотение нужно терпение. Опыты будут вечером. Сейчас я должен уйти.

— За машиной?

— Какой машиной?

— Электрической. Ведь для опытов нужна машина.

— Машина, что нам нужна, уже имеется, лежит в моем портфеле… Не вздумай, пожалуйста, рыться без меня, — угадал брат мою мысль. — Ничего не найдешь, только беспорядок устроишь, — добавил он, надевая пальто.

— Но машина там?

— Там, не беспокойся.

И брат вышел из дому, беспечно оставив портфель с машиной на маленьком столике в передней.

Если бы железо могло чувствовать, оно ощущало бы вблизи магнита то же самое, что испытывал я, оставшись один с портфелем брата. Портфель тянул меня к себе, привлекал все мои чувства и мысли. Невозможно было думать ни о чем другом, бесполезно было стараться смотреть по сторонам…

Странно, что электрическая машина может поместиться в

портфеле, я представлял себе ее вовсе не такой плоской. Портфель не заперт на замочек, и если осторожно заглянуть внутрь… Что-то завернуто в газету. Ящичек? Нет, книги. Книги да книги, ничего другого в портфеле нет. Ну как я сразу не догадался, что брат шутил: электрическую машину разве запрячешь в портфель!

Брат вернулся с пустыми руками и сразу угадал по разочарованному лицу причину моего опечаленного вида.

— Мы, кажется, были с визитом в портфеле? — спросил он.

— Где же машина? — ответил я вопросом.

— В портфеле. Не видел?

— Там одни книги.

— И машина. Плохо глядел. Чем ты смотрел?

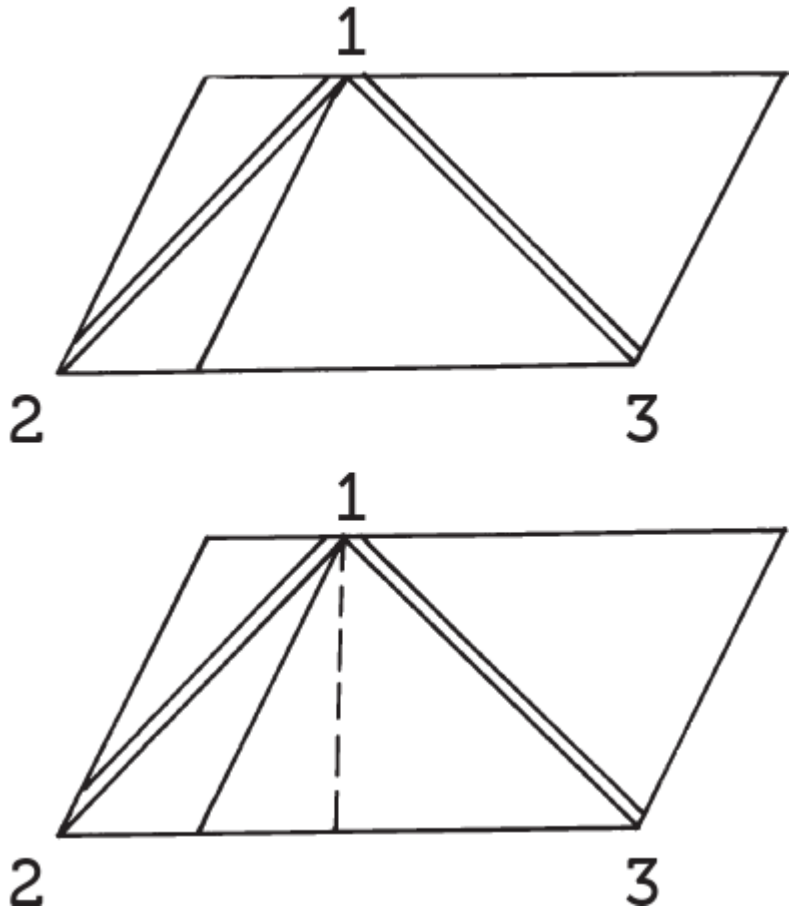
— Чем смотрел! Глазами.

— То-то и есть, что только глазами. А надо всей головой смотреть. Мало просто глядеть — нужно понимать, что видишь. Это называется «смотреть головой».

— Как же смотрят головой?

— Хочешь, покажу тебе, в чем разница между смотрением глазами и всей головой?

Брат вынул из кармана карандаш и начертил на бумаге такую фигуру:



— Здесь двойные линии — рельсовые пути, а одиночные — шоссе. Взгляни и скажи: какой рельсовый путь длиннее — от 1 до 2 или от 1 до 3?

— От 1 до 3, конечно, длиннее.

— Это ты глазами видишь. А теперь взгляни на фигуру всей головой.

— Но как? Я не умею.

— Всей головой на эту фигуру нужно смотреть так. Вообрази, что из 1 проведена прямая линия под прямым углом к нижнему шоссе 2–3. — Брат провел пунктирную линию на своем чертеже. — Как разделит моя линия это шоссе? На какие части?

— Пополам.

— Пополам. И, значит, все точки этой пунктирной линии отстоят от концов 2 и 3 одинаково. Что же ты теперь скажешь о точке 1? Куда она ближе: к 2 или к 3?

— Теперь вижу ясно, что она одинаково отстоит и от 2 и от 3. А раньше казалось, что правая железная дорога длиннее левой.

— Раньше ты только глазами смотрел, а сейчас взглянул всей

головой. Понял разницу?

— Понял. Где же машина?

— Какая машина? Ах, электрическая! В портфеле. Лежит, где лежала. Ты не заметил потому, что не умел взглянуть головой.

Брат вынул из портфеля пакет с книгами, осторожно развернул его, освободил большой газетный лист и подал мне:

— Вот наша электрическая машина.

Я с недоумением смотрел на газету.

— Думаешь, просто бумага, ничего больше? — продолжал брат. — Для глаз — да. А кто умеет взглянуть всей головой, тот признает в газете физический прибор.

— Физический прибор? Чтобы делать опыты?

— Да. Возьми-ка газету в руки. Очень легка, не правда ли? И ты думаешь, конечно, что сможешь всегда поднять ее хоть одним пальцем. А вот увидишь сейчас, что та же самая газета может иной раз сделаться очень и очень тяжелой. Подай мне вон ту линейку.

— Она иззубрена, никуда не годится.

— Тем лучше — не жалко будет, если сломается.

Брат положил линейку на стол, так что часть ее высовывалась за край.

— Тронь за выступающий край. Легко наклонить, правда? Ну, а попробуй наклонить ее, когда я накрою другую половину газетой.

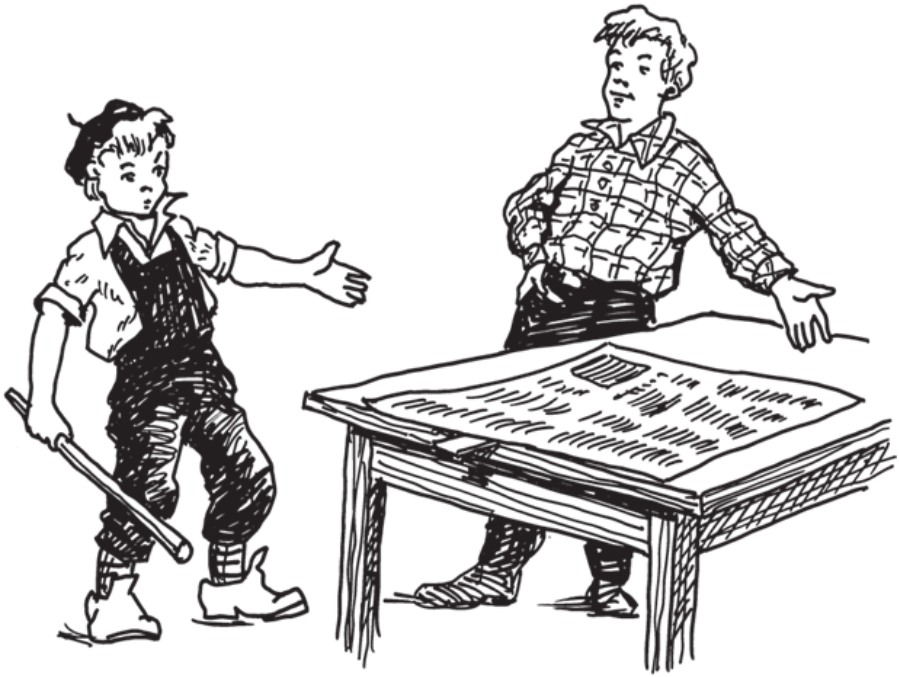
Он разостлал газету на столе, аккуратно расправив ее складки и покрыв ею линейку.

— Бери палку и сильно ударь по выступающей части линейки. Бей со всего размаху!

— Так ударю, что линейка газету пробьет и в потолок улетит! — воскликнул я, размахиваясь.

— Главное, не жалей силы.

Результат удара был совсем неожиданный: раздался треск, линейка переломилась, а газета по-прежнему осталась на столе, прикрывая другой обломок злополучной линейки.



— Газета-то тяжелее, чем ты думал? — лукаво спросил брат.

Я растерянно переводил глаза с обломка линейки на газету.

— Это опыт? Электрический?

— Опыт, только не электрический. Электрические — впереди. Я хотел тебе показать, что газета действительно может служить прибором для физических опытов.

— Но почему же она не пустила линейку? Ведь вот — я легко поднимаю ее со стола.

— В этом и суть опыта. На газету давит воздух и с немалой силой: каждый квадратный сантиметр газетного листа он придавливает с силой целого килограмма. Когда ударяют по выступающему концу линейки, то другим своим концом она напирает на газетный лист снизу; газета должна приподняться. Если это делается медленно, то под приподнимающуюся газету успевает проникать воздух снаружи и напором своим уравновешивает давление на газету сверху. Но твой удар был так быстр, что воздух под газету проникнуть не успел: края газеты еще прилегали к столу, когда середина ее увлеклась вверх. Тебе пришлось поэтому поднимать не одну газету, а газету вместе с напирающим на нее воздухом. Короче сказать: тебе надо было поднять линейкой груз примерно во столько килограммов, сколько квадратных сантиметров заключает приподнимаемый участок газеты. Если бы это был участок бумаги всего в 16 квадратных сантиметров — квадратик со стороной в 4

сантиметра, — то давление воздуха на него составляло бы 16 килограммов. Такого груза линейка не осилила и — сломалась. Веришь ты теперь, что с помощью газеты можно делать опыты?.. Когда стемнеет, приступим к электрическим.

Искры из пальцев. — Послушная палка. — Электричество в горах

Брат взял в одну руку платяную щетку, другой рукой приложил газетный лист к нетопленной печке и принялся растирать его щеткой, словно обойщик, расправляющий на столе обои, чтобы хорошо прилегли.

— Гляди! — сказал брат и убрал обе руки от газеты.

Я ожидал, что бумага соскользнет на пол. Однако этого не случилось: газета странным образом держалась на гладких изразцах, словно приклеенная.

— Как держится? — спросил я. — Ведь она не намазана клеем.

— Газета держится электричеством. Она теперь наэлектризована и притягивается к печке.

— Почему ты не сказал мне, что газета в портфеле была наэлектризованная?

— Она не была раньше наэлектризована. Я наэлектризовал ее сейчас, при тебе, натирая щеткой. От трения и наэлектризовалась.

— Значит, это уже настоящий электрический опыт?

— Да. Мы только начинаем… Загаси-ка свет.

В темноте смутно рисовалась черная фигура брата и сероватое пятно на месте белой печки.

— Теперь следи за моей рукой.

Я больше угадывал, чем видел то, что делал брат. Он отслоил газету от печки и, держа одной рукой на весу, приблизил к ней растопыренные пальцы другой руки.

И тогда — я едва верил своим глазам — из пальцев вылетели искры: длинные, голубовато-белые искры!

— Эти искры были электрические. Хочешь попробовать сам?

Я проворно спрятал руки за спину. Ни за что!

Брат снова приложил газету к печке, натер щеткой и опять извлек из своих пальцев снопы длинных искр. Я успел заметить, что он вовсе не прикасался пальцами к газете, а держал их сантиметрах в десяти от нее.

— Попробуй, не трусь, нисколько не больно. Дай руку. — Он овладел моей рукой и привлек меня к печке: — Расставь пальцы!.. Так! Что, больно?

Я не успел опомниться, как из моих пальцев выскочили кисти голубоватых искр. При их свете я увидел, что брат только наполовину отслоил газету от печки, нижняя же часть бумажного листа по-прежнему оставалась словно приклеенной. Одновременно с искрами я почувствовал легкий укол, но боль пустячная. Бояться в самом деле было нечего.

— Еще! — теперь упрашивал уже я.

Брат приложил газету к печке и стал растирать — прямо ладонями рук.

— Что ты делаешь? Забыл щетку!

— Все равно. Ну, готовься!

— Ничего не выйдет! Ты тер голыми руками, без щетки.

— И без щетки можно, если руки сухие. Лишь бы тереть.

Действительно, из моих пальцев и на этот раз посыпались искры, такие же, как раньше.

Когда я насмотрелся искр досыта, брат объявил мне:

— Ну, достаточно. Теперь покажу тебе истечение электричества, то самое, которое Колумб и Магеллан видели на верхушках мачт своих кораблей… Дай-ка ножницы.

Брат приблизил в темноте острия разомкнутых ножниц к газете, полуотделенной от печи. Я ожидал искр, но увидел нечто новое: острия ножниц увенчались светящимися пучками коротких сине-красных нитей, хотя от ножниц до бумаги было еще довольно далеко. Одновременно раздавалось легкое, протяжное шипение.

— Вот такие же огненные кисточки, только гораздо большие, морякам случается часто видеть на концах мачт и рей. Они называются «эльмовые огни».

— Откуда они там берутся?

— То есть, кто держит над мачтами наэлектризованную газету, хочешь ты спросить? Конечно, газеты там нет, зато есть низко нависшее наэлектризованное облако. Оно и заменяет газету. Не думай, впрочем, что такое электрическое свечение остроконечий бывает только на море. Наблюдают его и на суше, особенно в горах. Ещё Юлий Цезарь описал, как однажды ночью в облачную погоду острия копий его солдат светились такими огоньками. Моряки и солдаты не боятся электрических огоньков — напротив, считают их доброй приметой, конечно, без всякого разумного основания. В горах случается, что электрическое свечение появляется даже на людях — на их волосах, шапках,

ушах, на всех выдающихся частях тела. При этом слышится часто жужжание, вроде того, какое исходило из наших ножниц.

— Этот огонь сильно жжет?

— Совсем не жжет. Ведь это не огонь, а свечение, холодное свечение. Настолько холодное и безвредное, что от него не зажигается даже спичка. Вот смотри: вместо ножниц беру спичку, и — видишь — спичечная головка окружена электрическим свечением, однако она не загорается.

— А по-моему, горит: пламя прямо из головки идет.

— Зажги свет, рассмотри спичку при лампе.

Я убедился, что спичка не только не обуглилась, но даже головка ее не обгорела. Она, значит, была окружена действительно холодным светом, а вовсе не огнем.

— Не гаси лампу. Следующий опыт сделаем при свете.

Брат выдвинул стул на середину комнаты и положил поперек его спинки палку. После немногих проб ему удалось добиться того, что палка, подпертая в одной точке, лежала на спинке стула, не опрокидываясь.

— Я не знал, что палка так может держаться, — сказал я. — Ведь она длинная!

— Оттого и держится, что длинная. Коротенькая не держалась бы. Карандашик, например.

— Карандашик ни за что так не положить, — подтвердил я.

— Теперь к делу. Можешь ты, не дотрагиваясь до палки, заставить ее повернуться к тебе?

Я задумался.

— Если накинуть на один конец веревочную петлю… — начал я.

— Без всяких веревок, ничем не дотрагиваясь. Можешь?

— Ага, знаю!

— Я приблизил лицо к палке и начал втягивать воздух ртом, чтобы притянуть ее к себе. Однако палка не двигалась.

— Ну что?

— Ничего не выходит. Невозможно!

— Невозможно? Посмотрим.

И, сняв с печки газету, которая тем временем держалась на изразцах, словно приклеенная, брат начал медленно приближать ее сбоку к палке. На расстоянии чуть не половины метра палка почувствовала притяжение наэлектризованной газеты и послушно повернулась в ее сторону. Двигая газетный лист, брат вел за ним палку, заставляя ее кружиться на спинке стула, сначала в одну сторону, потом в другую.

— Наэлектризованная газета, ты видишь, притягивает палку так сильно, что она идет и будет идти за бумагой, пока все электричество не стечет с газеты в воздух.

— Жаль, что этих опытов нельзя делать летом: печка холодна.

— Печка нужна здесь для того, чтобы высушить бумагу: эти опыты удаются лишь с совершенно сухой газетой. А ты заметил, вероятно, что газетная бумага вбирает влагу из воздуха и потому всегда немного сыровата — ее и приходится сушить. Не думай, что летом совсем нельзя делать наших опытов. Можно, но они только удаются не так хорошо, как зимой. Зимой воздух в натопленной комнате суше, чем летом, — вот причина. Сухость для таких опытов очень важна. Газету сушат летом на кухонной плите, когда она после обеда остынет настолько, что бумага на ней не будет загораться. Хорошенько обсушив на плите газетный лист, переносят его на сухой стол и здесь крепко натирают

щеткой. Он электризуется, однако не так сильно, как на изразцовой печке… Ну, достаточно на сегодня. Завтра проделаем новые опыты.

— Тоже электрические?

— Да, и все с той же нашей электрической машиной — с газетой. А тем временем я дам тебе прочесть интересное описание эльмовых огней на горах, оставленное знаменитым французским естествоиспытателем Соссюром. В 1867 году он с несколькими спутниками находился на вершине горы Сарлэ, более 3 километров высоты. И вот что они там испытали.

Брат снял с полки книгу Фламмариона «Атмосфера», перелистал ее и дал мне прочесть следующее место:

Люди, совершившие подъем, только что приставили к скале свои обитые железом палки, располагаясь пообедать, когда Соссюр ощутил на плечах и в спине боль, как будто от иголки, медленно втыкавшейся в тело. «Предполагая, — говорит Соссюр, — что в мою полотняную накидку попали булавки, я сбросил ее, но, не получив облегчения, почувствовал, напротив, что боль усиливается, захватывая всю спину от одного плеча до другого; она сопровождалась щекотанием и болезненным колотьем, словно по коже ходит оса и покрывает ее уколами. Поспешно сбросив второе пальто, я не нашел ничего такого, что могло бы произвести эти поранения. Боль продолжалась и стала походить на ожог. Мне почудилось, что загорелась моя шерстяная фуфайка. Я готов был уже раздеться, как внимание мое привлек шум, похожий на жужжание. Шум исходил из наших палок, прислоненных к скале; он походил на шум подогреваемой воды, готовой закипеть. Все это продолжалось минут пять.

Я понял тогда, что болезненные ощущения обусловлены электрическим истечением, исходившим из горы. Однако при свете дня я не видел никакого сияния на палках. Палки издавали одинаково резкий звук, держали ли их в руках вертикально, направляя железный наконечник вверх, вниз или же горизонтально. Из почвы никакого звука не исходило.

Через несколько минут я почувствовал, что волосы у меня на голове и бороде поднимаются, казалось, будто проводят сухой бритвой по жесткой отросшей бороде. Мой молодой спутник крикнул, что поднимаются волоски его усов, а из верхушек ушей исходят сильные токи. Подняв руки, я почувствовал, как токи исходят из пальцев. Электричество выделялось, словом, из палок, одежды, ушей, волос, всех выдающихся частей тела.

Поспешно оставив вершину горы, мы спустились, наши палки звучали все слабее; наконец звук стал так тих, что его можно

было слышать, лишь приблизив палки к уху».

Так кончается рассказ Соссюра. В той же книге я прочел описание и других случаев появления эльмовых огней.

> «Выделение электричества выступающими скалами часто наблюдается, когда небо покрыто низкими облаками, проходящими в небольшом расстоянии над вершинами.
>
> 10 июля 1863 года Ватсон и еще несколько туристов поднялись в проход Юнгфрау (в Швейцарских горах). Утро было прекрасное, но, приближаясь к проходу, путники испытали сильный ветер с градом. Раздался страшный удар грома, и вскоре Ватсон услышал свистящий звук, исходящий из палки: звук походил на шум закипающей грелки. Путники остановились и заметили, что их жезлы и топоры издают такой же звук; они не переставали звучать и тогда, когда были воткнуты одним концом в землю.
>
> Один из проводников, снявший шляпу, закричал, что голова его горит. Действительно, волосы его были подняты, словно наэлектризованные.
>
> Все испытывали ощущение щекотки на лице и других частях тела. Волосы Ватсона совершенно выпрямились. На концах пальцев, когда ими шевелили в воздухе, слышался электрический свист».

Пляска бумажных паяцев. — Змеи. — Волосы дыбом

Брат сдержал слово. На другой день, когда стемнело, он вновь начал опыты. Первым делом «прилепил» к печке газету. Затем попросил у меня бумагу поплотнее газетной — писчую — и стал вырезывать из нее смешные фигурки: человечков в разных позах.

— Эти бумажные паяцы у нас сейчас запляшут. Принеси-ка булавок.

Скоро через ногу каждого паяца была проткнута булавка.

— Это, чтобы паяцы не разлетались и не уносились газетой прочь… — объяснил брат, раскладывая бумажные фигурки на самоварном подносе. — Представление начинается!

Он «отлепил» от печки газету и, держа ее горизонтально двумя руками, приблизил сверху к подносу с фигурками.

— Встаньте! — скомандовал брат.

И представьте: фигурки послушались, встали. Встали и

торчали вверх, пока брат не отодвинул газету подальше — тогда они опять легли. Но он не давал им долго отдыхать: приближая и отдаляя газету, он заставлял паяцев то вставать, то вновь ложиться.

— Если бы я не отягчил их булавками, они подскочили бы к газете вплотную и прилипли бы к ней. Вот видишь, — брат вынул булавки из нескольких фигурок, — они притянулись к газете совсем и уже не отпадают. Это электрическое притяжение. А теперь проделаем опыт с отталкиванием… Куда ты дел ножницы?

Я подал ножницы. И брат, «прилепив» газету к печке, стал отрезать ее края, снизу вверх, длинную тонкую полоску. Не дойдя

до самого верха, он таким же образом надрезал вторую полосу, потом третью и т. д. Шестую или седьмую полоску он отрезал совсем. Получилась бумажная борода, которая, однако, не соскользнула с печки, как я ожидал, а осталась на ней. Придерживая верхнюю часть рукой, брат провел по полоскам несколько раз щеткой и затем снял всю «бороду» с печки, держа ее вверху в вытянутой вперед руке.

Вместо того чтобы свободно свешиваться вниз, полоски растопырились колоколом, заметно отталкиваясь одна от другой.

— Они отталкиваются потому, — объяснил брат, — что все одинаково наэлектризованы. К вещам же, совсем

ненаэлектризованным, они притягиваются. Засунь руку снизу внутрь колокола — полоски притянутся к руке.

Я присел и ввел руку в пространство между полосками. То есть я хотел ввести туда руку, но не мог сделать этого, потому что бумажные ленты обвились вокруг руки, как змеи.

— Тебя эти змеи не пугают? — спросил брат.

— Нет, они же бумажные.

— А мне страшно. Посмотри, как страшно!

Брат поднял газетный лист над своей головой, и я увидел, как длинные его волосы буквально стояли дыбом.

— Это опыт? Скажи: это тоже опыт?

— Тот самый опыт, который мы сейчас делали, но на другой лад. Газета наэлектризовала мои волосы, и они, притягиваясь к ней, в то же время друг от друга отталкиваются, как полоски нашей бумажной бороды. Возьми зеркало, и я покажу тебе, как твои собственные волосы встанут таким же манером.

— Не больно?

— Нисколько.

В самом деле, я не почувствовал ни малейшей боли, даже щекотки, а между тем ясно видел в зеркале, как волосы мои под газетным листом торчком стояли вверх.

Мы повторили, кроме того, еще вчерашние опыты, и брат прекратил «сеанс», как он называл наши занятия, обещав завтра проделать ряд новых опытов.

Маленькая молния. — Опыт с водяной струей. — Богатырское дуновение

В следующий вечер брат начал опыты с очень странных приготовлений.

Взял три стакана, погрел их возле печки, затем поставил на стол и накрыл сверху самоварным подносом, который тоже сначала погрел немного у печки.

— Что это будет? — любопытствовал я. — Ведь надо стаканы на поднос, а не поднос на стаканы.

— Погоди, не торопись. Будет опыт с маленькой молнией.

Брат пустил в дело «электрическую машину», то есть, попросту говоря, стал растирать на печке газету. Натерев, он сложил газетный лист вдвое и снова стал растирать. Затем, «отлепив» его от печки, проворно положил его на поднос:

— Потрогай-ка поднос… Не очень холоден?

Не подозревая подвоха, я беспечно протянул к подносу руку — и поспешно отдернул назад: что-то щелкнуло и больно кольнуло в палец.

Брат рассмеялся:

— Ну, каково? Тебя ударила молния. А треск слышал? Это ведь был маленький гром.

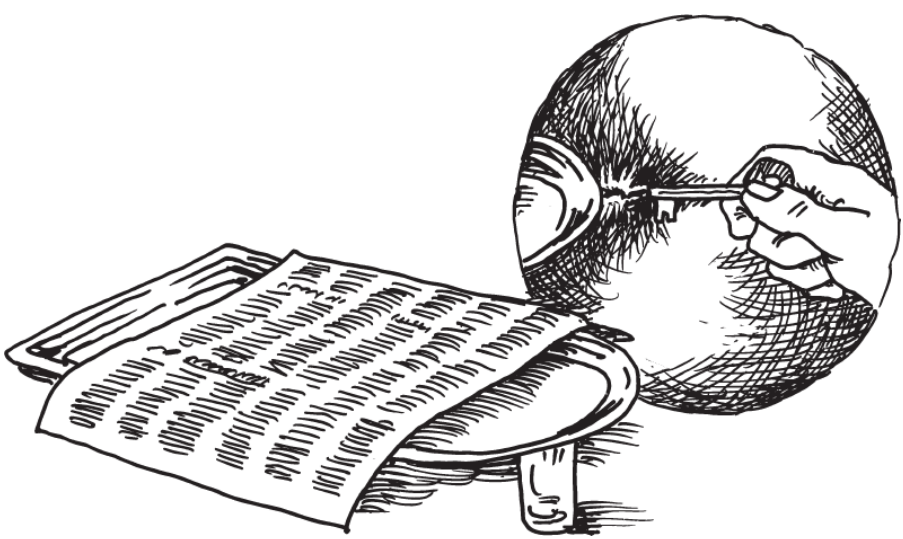
— Я чувствовал сильный укол, но молнии не видел.

— Увидишь ее сейчас, когда повторим опыт в темноте.

— Но я не согласен больше дотрагиваться до подноса! — решительно заявил я.

— Этого и не надо. Можешь извлекать искры хотя бы дверным ключом или чайной ложкой. Ничего не почувствуешь, а искры будут такие же длинные. Первые искры, впрочем, я извлеку сам, пока твои глаза привыкнут к темноте.

Брат загасил свет.



— Теперь молчание. Смотри в оба! — раздался в темноте его голос.

Треск — и одновременно яркая беловато-синяя искра в полспички длиной проскочила между краем подноса и ключом.

— Видел молнию? Слышал гром? — спросил брат.

— Но они были одновременно. Настоящий гром всегда позже молнии.

— Это правда. Мы слышим гром всегда позже, чем видим молнию. И все-таки они происходят в одно время, как треск и искра в нашем опыте.

— Почему же гром слышен позже?

— Видишь ли, молния — это свет, а лучи света бегут так быстро, что через земные расстояния проносятся почти мгновенно. Гром — это взрыв, а взрыв распространяется в воздухе не так быстро; он заметно отстает от лучей света и доходит до нас позже их. Оттого мы и видим молнию раньше, чем слышим порожденный ею гром.

Брат передал мне ключ и, сняв газету, — теперь мои глаза уже привыкли к полутьме, — предложил извлечь «молнию» из подноса.

— Без газеты разве будет искра?

— Попробуй.

Не успел я донести ключ до края подноса, как увидел искру, яркую, длинную.

Вторично положил брат газету на поднос, и я снова извлек искру, на этот раз уже послабее. Десятки раз клал он на поднос и поднимал с подноса газету (не натирая ее вновь на печке), и всякий раз я извлекал искру, все более и более слабую.

— Искры длились бы дольше, если бы я брал газету не прямо руками, а за шелковые нити или ленточки. Когда будешь учить физику, ты поймешь, что собственно здесь у нас происходило. Пока же остается тебе смотреть на эти опыты только глазами, а не всей головой. Теперь еще опыт: с водяной струей. Его проделаем в кухне, у водопроводного крана. Газета покамест пусть остается на печке.

Мы пустили из крана тонкую водяную струйку, гулко ударявшую о дно раковины.

— Сейчас я заставлю эту струю, не прикасаясь к ней, течь иначе. Куда хочешь, чтобы она отклонилась: вправо, влево, вперед?

— Влево, — наобум ответил я.

— Хорошо. Не трогай крана, я принесу газету.

Брат явился с газетой, стараясь держать ее в вытянутых руках подальше от туловища, чтобы она меньше теряла электричества. Он приблизил газету к струе с левой стороны, и я ясно увидел, как водяная нить изогнулась влево. Перенеся газету по другую сторону, брат заставил струю отклониться вправо. Наконец, он

притянул ее вперед так далеко, что вода полилась через край раковины.

— Видишь, как сильно сказывается здесь притягивающее действие электричества. Этот опыт, между прочим, легко проделать и без печи или плиты, если взять вместо наэлектризованной газеты расческу. — Брат вынул гребень из бокового кармана и провел им по своим густым волосам. — Таким образом я его электризую.

— Но ведь твои волосы не электрические?

— Конечно. Обыкновенные волосы, как у тебя и у всякого. Но, если тереть их расчес-кой, она наэлектризуется, как газета от волос платяной щетки. Гляди!

Поднесенный к струе гребень заметно отклонил ее в сторону.

— Для остальных наших опытов гребень непригоден: в нем получается слишком мало электричества, гораздо меньше, чем от этой «электрической машины», которую — ты убедился теперь — легко устроить из простого листа газетной бумаги. Мне хочется проделать с газетой еще один — последний — опыт, на этот раз не электрический, а снова над давлением воздуха, как тот, что мы сделали с злополучной линейкой.

Мы вернулись в комнату. И здесь брат принялся кроить и склеивать из газетного листа длинный мешок.

— Покуда сохнет наш мешок, принеси несколько книг потолще и потяжелее.

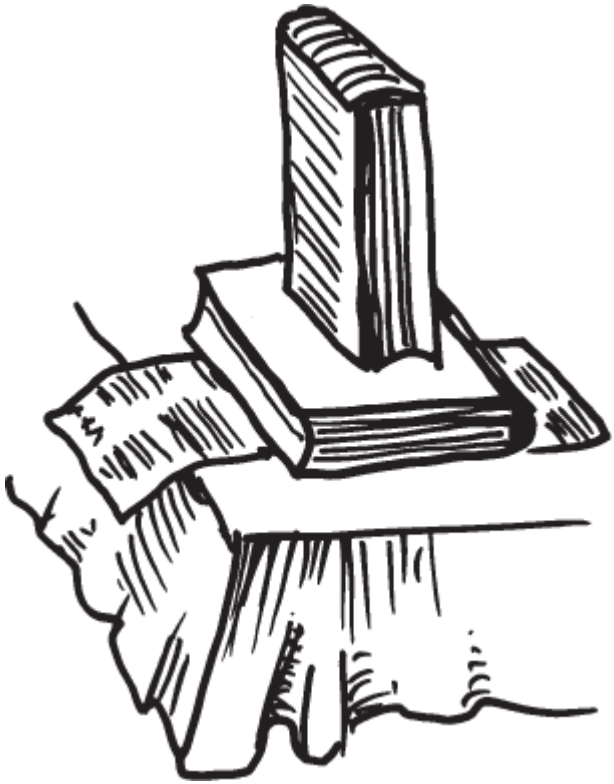
Я разыскал на этажерке три увесистых тома какого-то медицинского атласа и положил их на стол.

— Можешь ты надуть этот мешок ртом? — спросил брат.

— Конечно, — сказал я.

— Простое и легкое дело, не правда ли? Но если придавить мешок парочкой таких книг?..

— О, тогда сколько ни старайся, мешок не раздуется!



Брат молча положил мешок у края стола, накрыл его одним томом, а на лежащую книгу поместил стоймя еще одну.

— Теперь следи. Буду раздувать.

— Уж не собираешься ли сдунуть эти книги? — спросил я со смехом.

— Именно!

Брат стал раздувать мешок. И что же вы думаете? Нижняя книга наклонилась под напором вздувшегося мешка и опрокинула верхнюю. А ведь в них было килограммов пять весу!

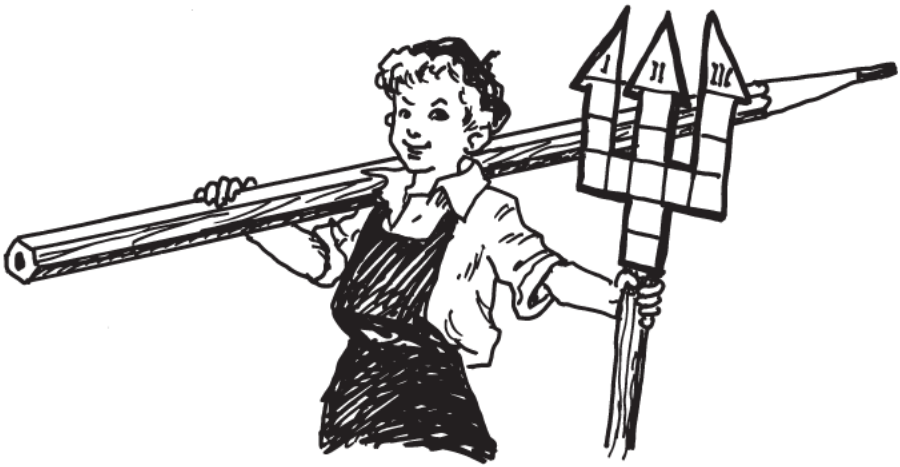
Не давая мне опомниться от удивления, брат приготовился повторить опыт. На этот раз он нагрузил мешок тремя томами. Подул, и — вот богатырское дуновение! — все три тома опрокинулись.

Поразительнее всего то, что в этом необычном опыте не оказалось ничего чудесного. Когда я сам отважился его проделать, мне удалось опрокинуть книги так же легко, как и брату. Не надо вовсе обладать ни слоновьими легкими, ни богатырскими мускулами: все происходит само собой, почти без напряжения.

Брат потом объяснил мне, в чем тут было дело. Когда мы надуваем бумажный мешок, мы вгоняем в него воздух, сдавленный больше, чем наружный воздух, — иначе мешок не раздувался бы. Давление наружного воздуха равно примерно 1000 г на каждый квадратный сантиметр. Прикинув, сколько квадратных сантиметров бумаги зажато под книгами, легко рассчитать, что если даже избыток давления составляет только десятую долю, то есть всего сотню граммов на каждый квадратный сантиметр, то общее давление воздуха изнутри на зажатую часть мешка может достигать чуть не 10 кг. Такая сила, разумеется, достаточна, чтобы опрокинуть книги.

На этом кончились наши физические занятия с листом газетной бумаги.

Числовые головоломки



Из семи цифр

Напишите подряд семь цифр от 1 до 7: 1234567.

Легко соединить их знаками плюс и минус так, чтобы получилось 40:

$$12 + 34 — 5 + 6–7 = 40.$$

Попробуйте найти другое сочетание тех же цифр, при котором получилось бы не 40, а 55.

Девять цифр

Напишите по порядку девять цифр: 123456789.

Вы можете, не меняя их порядка, вставить между ними знаки плюс и минус таким образом, чтобы в результате получилось ровно 100.

Нетрудно, например, вставив плюс и минус шесть раз, получить 100 таким путем:

$$12 + 3–4 + 5 + 67 + 8 + 9 = 100.$$

Если хотите вставить плюс и минус только четыре раза, вы тоже можете получить 100:

$$123 + 4–5 + 67–89 = 100.$$

Попробуйте, однако, получить 100, пользуясь знаками плюс и минус всего только три раза.

Это гораздо труднее. И все же вполне возможно — надо только терпеливо поискать.

Пятью двойками

Можно ли пятью двойками выразить число 28?

Четырьмя двойками

Эта задача замысловатее предыдущих. Надо четырьмя двойками выразить число 111. Возможно ли это?

Число 37

Напишите подобным же образом число 37, пользуясь только пятью тройками и знаками действий.

Деление на 11

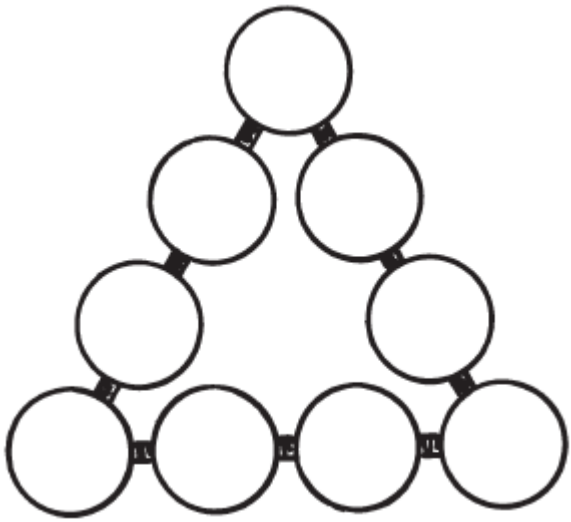
Напишите какое-нибудь девятизначное число, в котором нет повторяющихся цифр (все цифры разные) и которое делится без остатка на 11.

Напишите наибольшее из таких чисел.

Напишите наименьшее из таких чисел.

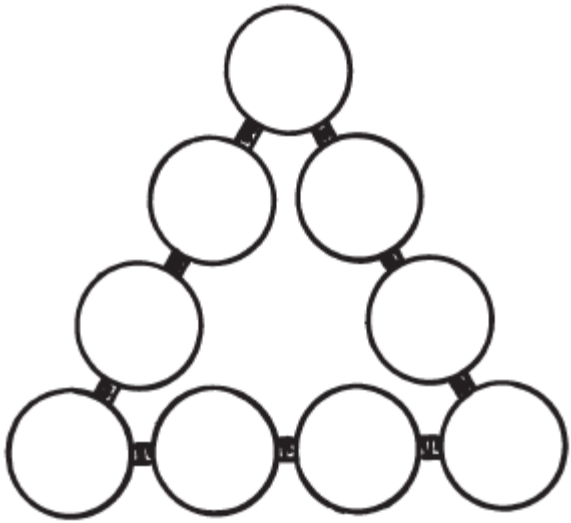
Числовой треугольник

В кружках этого треугольника расставьте все девять значащих цифр так, чтобы сумма их на каждой стороне составляла 20.



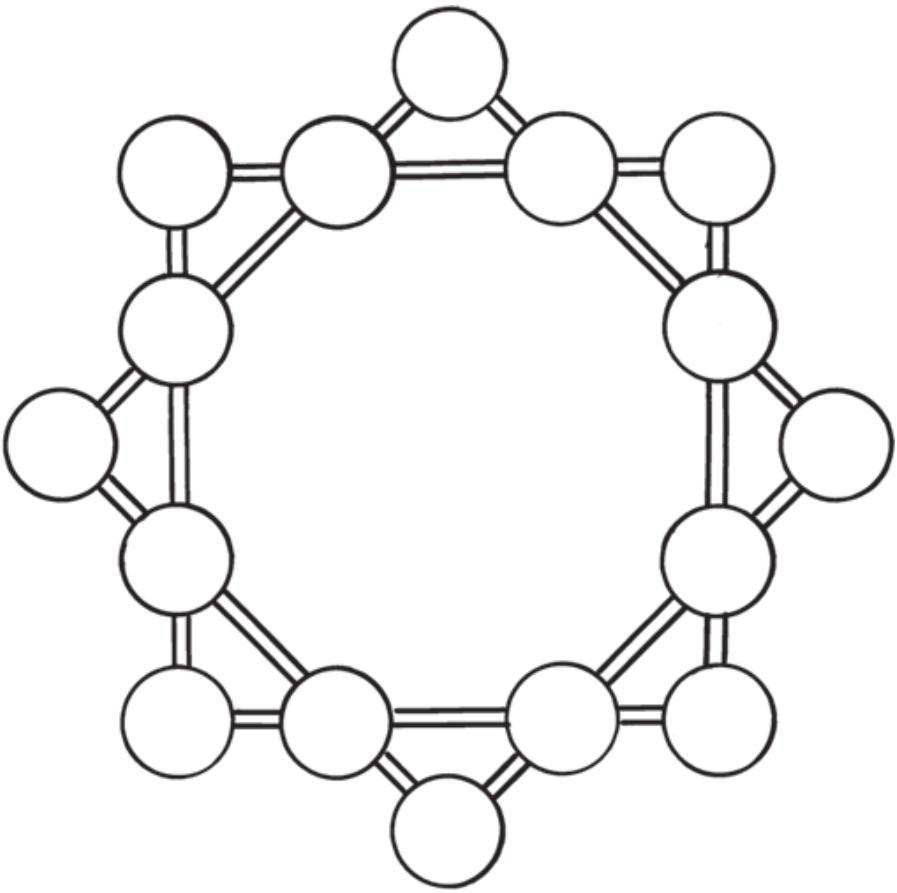
Еще числовой треугольник

Все значащие цифры разместить в кружках того же треугольника так, чтобы сумма их на каждой стороне равнялась 17.



Восьмиконечная звезда

Числа от 1 до 16 надо расставить в точках пересечения линий фигуры, изображенной на рисунке, так, чтобы сумма чисел на стороне каждого квадрата была 34 и сумма их на вершинах каждого квадрата также составляла 34.



Магическая звезда

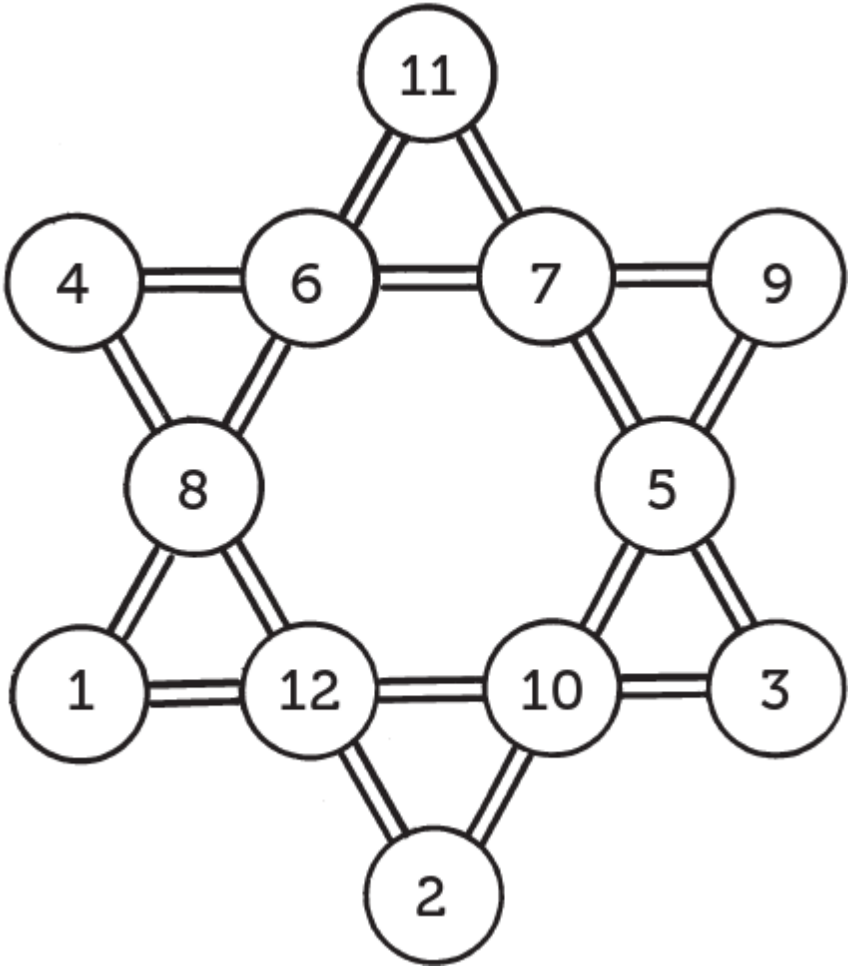
Шестиконечная числовая звезда, изображенная на рисунке, обладает «магическим» свойством: все шесть рядов чисел имеют одну и ту же сумму:

$4 + 6 + 7 + 9 = 26$
$4 + 8 + 12 + 2 = 26$
$9 + 5 + 10 + 2 = 26$
$11 + 6 + 8 + 1 = 26$
$11 + 7 + 5 + 3 = 26$
$1 + 12 + 10 + 3 = 26.$

Но сумма чисел, расположенных на вершинах звезды, другая:

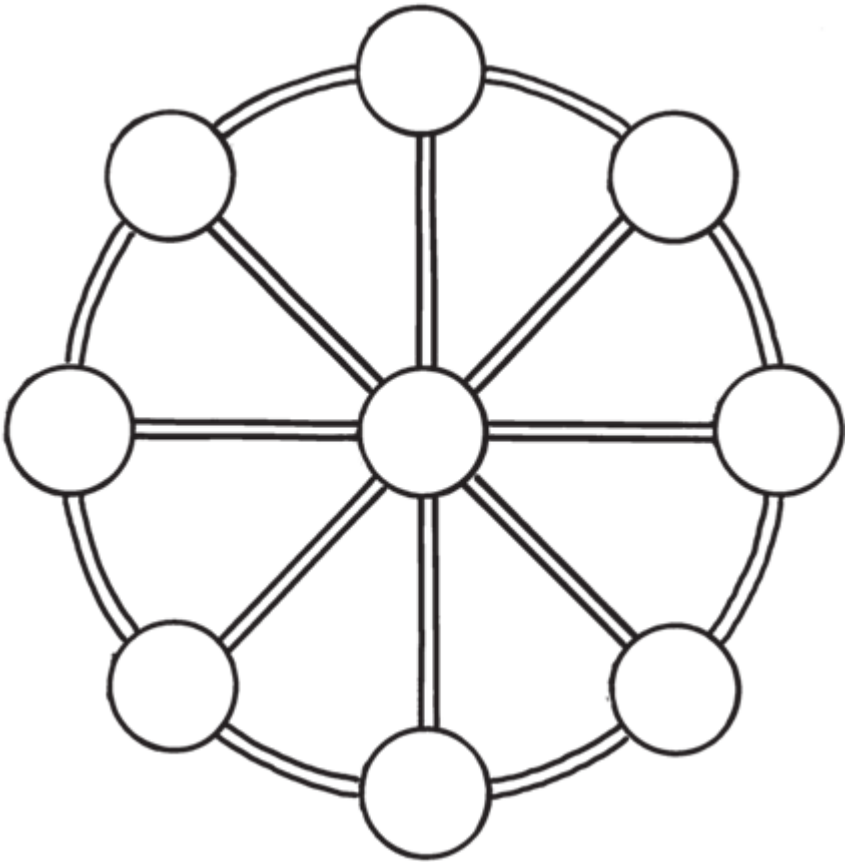
$4 + 11 + 9 + 3 + 2 + 1 = 30.$

Не удастся ли вам усовершенствовать эту звезду, расставив числа в кружках так, чтобы не только прямые ряды давали одинаковые суммы (26), но чтобы ту же сумму (26) составляли числа на вершинах звезды?


11
4
6
7
9
8
5
1
12
10
3
2

Числовое колесо

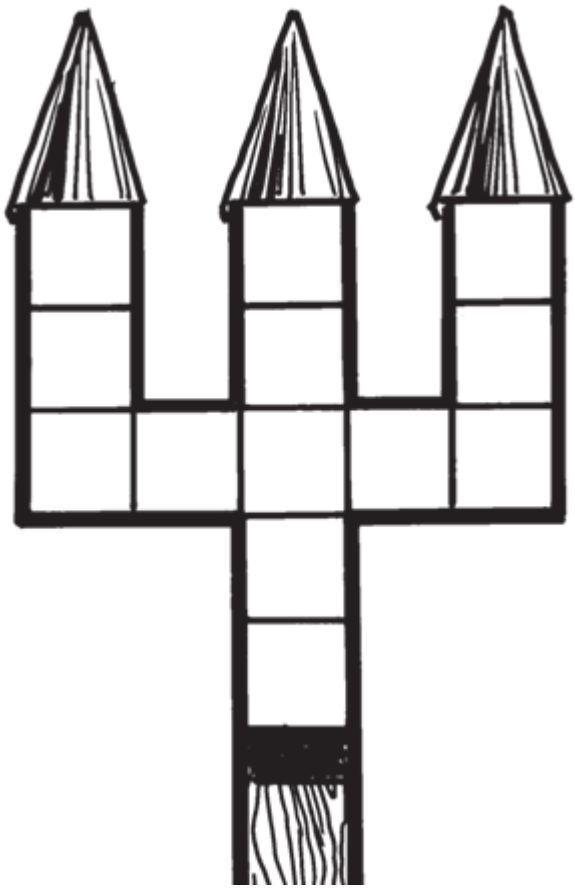
Цифры от 1 до 9 надо разместить в этой фигуре так, чтобы одна цифра была в центре круга, прочие — у концов каждого диаметра и чтобы сумма трех цифр каждого ряда составляла 15.



Трезубец

В клетках изображенного здесь трезубца нужно расставить числа от 1 до 13 так, чтобы сумма цифр в каждом из трех вертикальных рядов (I, II, III) и в одном горизонтальном (IV) была одинакова.

Попробуйте это сделать.



Ответы

Из семи цифр

Задача имеет не одно, а три разных решения. Вот они:

123 + 4–5 — 67 = 55;
1 — 2–3 — 4 + 56 + 7 = 55
12 — 3 + 45 — 6 + 7 = 55.

Девять цифр

Вот каким способом можете вы получить 100 из разряда девяти цифр и трех знаков плюс и минус:

123 — 45–67 + 89 = 100.

Это — единственное решение; никакое другое сочетание девяти цифр и знаков плюс и минус, употребленных три раза, не дает в результате 100.

Достигнуть того же результата, употребив знаки сложения и вычитания менее трех раз, невозможно.

Пятью двойками

22 + 2 + 2 + 2 = 28.

Четырьмя двойками

$$\frac{222}{2} = 111$$

Число 37

Решений имеется два:

$$33 + 3 + \frac{3}{3} = 37$$

$$\frac{333}{3 \times 3} = 37$$

Деление на 11

Чтобы решить эту задачу, надо знать признак делимости на 11. Число делится на 11, если разность между суммой цифр, стоящих на четных местах, и сумма цифр, стоящих на нечетных местах, делится на 11 или равна нулю.

Испытаем, для примера, число 23 658 904.

Сумма цифр, стоящих на четных местах:

$$3 + 5 + 9 + 4 = 21;$$

сумма цифр, стоящих на нечетных местах:

$$2 + 6 + 8 + 0 = 16.$$

Разность их (надо вычитать из большего меньшее) равна:

$$21 — 16 = 5.$$

Эта разность (5) не делится на 11; значит, и взятое число не делится без остатка на 11.

Испытаем другое число — 7 344 535:

$$3 + 4 + 3 = 10;$$
$$7 + 4 + 5 + 5 = 21;$$
$$21 — 10 = 11.$$

Так как 11 делится на 11, то испытуемое число кратно 11.

Теперь легко сообразить, в каком порядке надо писать девять цифр, чтобы получилось число, кратное 11 и удовлетворяющее требованиям задачи.

Вот пример: 352 049 786.

Испытаем:

$$3 + 2 + 4 + 7 + 6 = 22;$$
$$5 + 0 + 9 + 8 = 22.$$

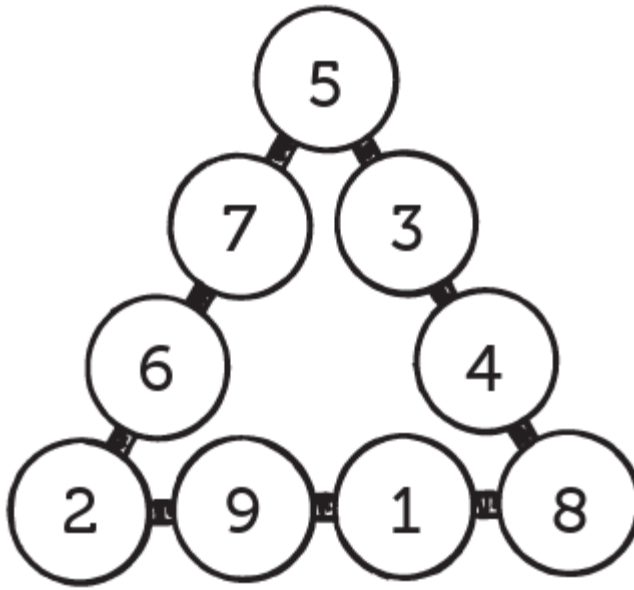
Разность 22–22 = 0; значит, написанное нами число кратно 11.

Наибольшее из всех таких чисел есть: 987 652 413.

Наименьшее: 102 347 586.

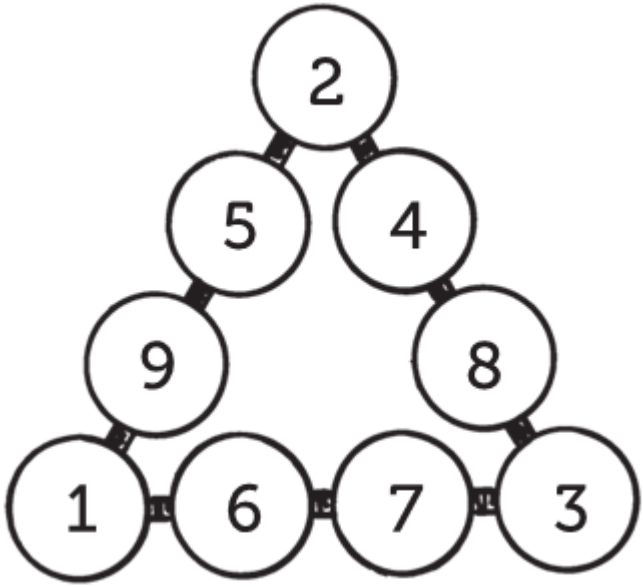
Числовой треугольник

Решение показано на рисунке. Средние цифры каждого ряда можно переставить и получить, таким образом, еще ряд решений.



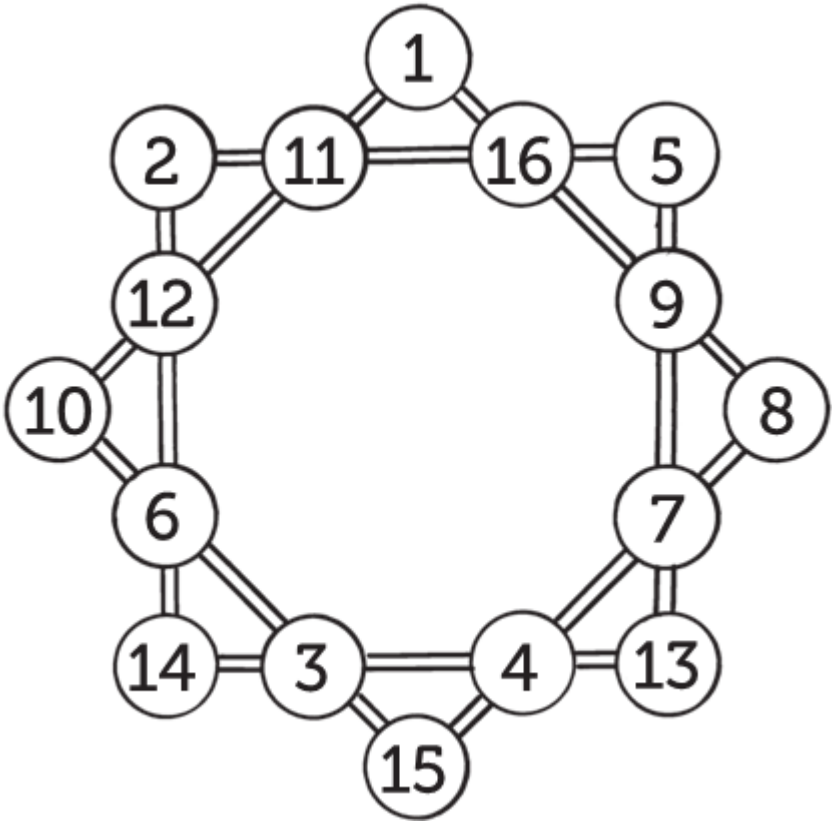
Еще числовой треугольник

Решение этой головоломки можно увидеть на рисунке. Средние цифры каждого ряда можно переставить и получить, таким образом, еще ряд решений.

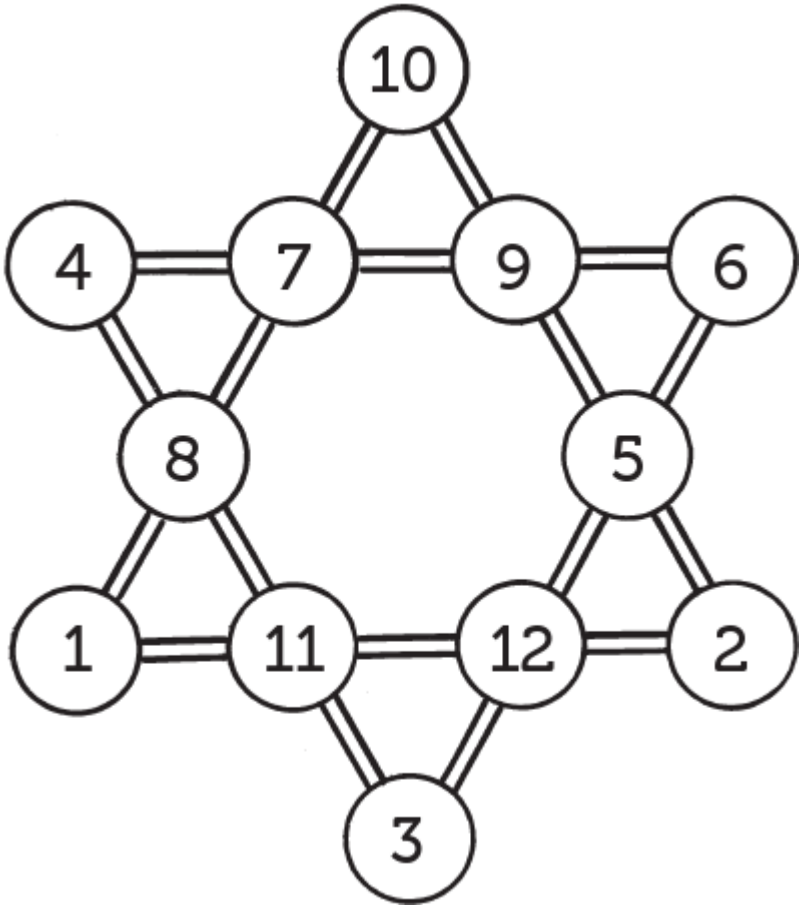


Восьмиконечная звезда

Решение можно увидеть на рисунке:



Магическая звезда



Чтобы облегчить себе отыскание требуемого расположения чисел, будем руководствоваться следующими соображениями.

Сумма чисел на концах искомой звезды равна 26; сумма же всех чисел звезды — 68. Значит, сумма чисел внутреннего шестиугольника равна 78–26 = 52.

Рассмотрим затем один из больших треугольников. Сумма чисел каждой его стороны равна 26; сложим числа всех трех сторон — получим 26 × 3 = 78, причем каждое из чисел, стоящих на углах, входит дважды. А так как сумма чисел трех внутренних пар (то есть внутреннего шестиугольника) должна, мы знаем, равняться 52, то удвоенная сумма чисел на вершинах каждого треугольника равна 78–52 = 26; однократная же сумма равна 13.

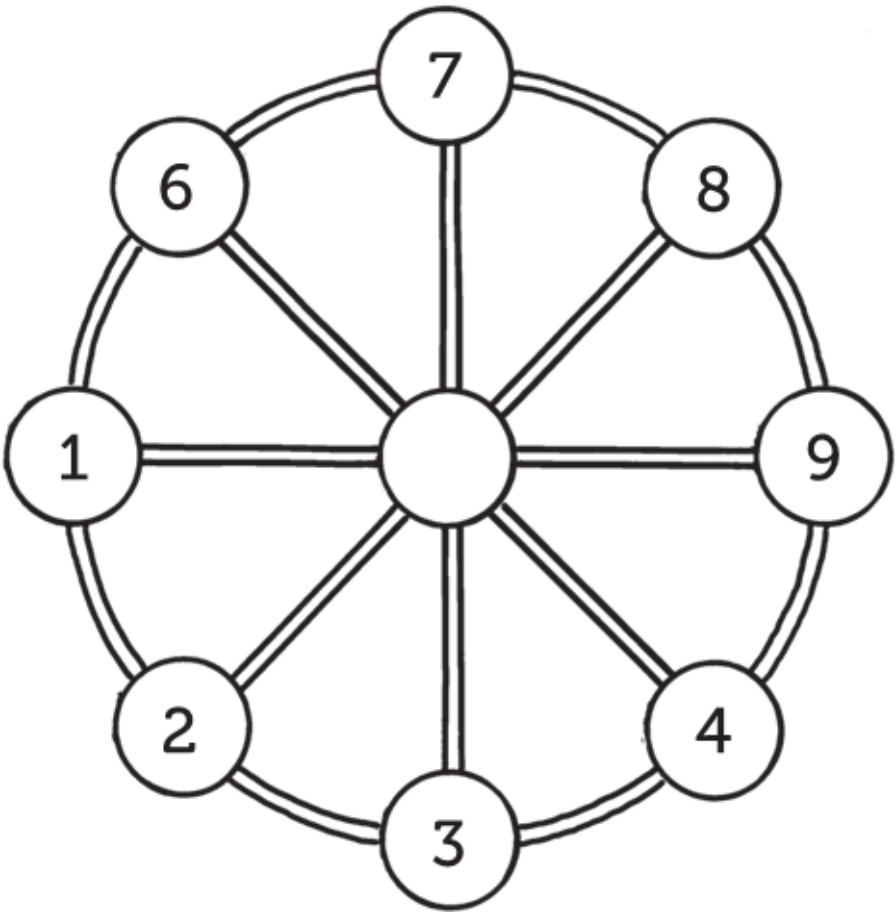
Поле поисков теперь заметно сузилось. Мы знаем, например, что ни 12, ни 11 не могут занимать вершины звезды. Значит, испытания можно начинать с 10, причем сразу определяется, какие два числа должны занимать остальные вершины

треугольника: 1 и 2.

Подвигаясь таким путем далее, мы наконец разыщем требуемое расположение. Оно показано на рисунке.

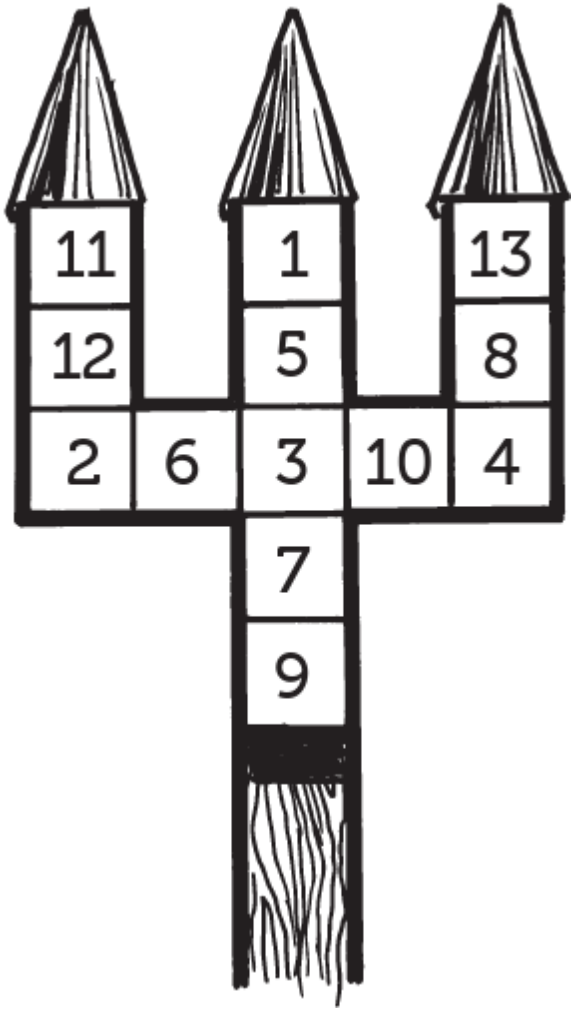
Числовое колесо

Решение показано на рисунке.

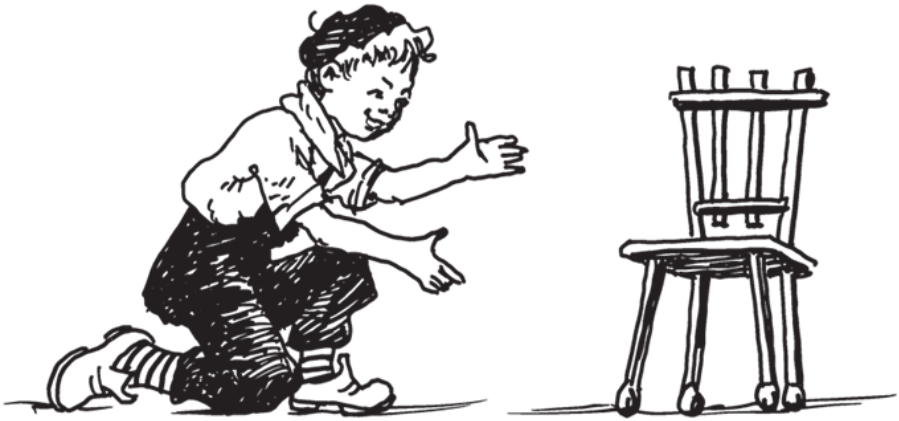


Трезубец

Вот требуемое расположение чисел. Сумма чисел в каждом из четырех рядов равна 25.


11
1
13
12
5
8
2
6
3
10
4
7
9

Немного физики на спичках



Спички и булавка

Как вы думаете, что тяжелее: спичка или средней величины булавка? Угадать трудно. Вы можете сколько угодно взвешивать в руке спичку и булавку, а все-таки не определите, какая из этих вещиц тяжелее. Разрешить вопрос могут только точные весы. Оказывается, что средняя булавка раза в 1 1/2 тяжелее спички. Не без изумления увидел я в первый раз, как булавка уравновешивает 1 1/2 спички…

Зная это, мы можем решить такую физическую задачу: если в воду бросить спичку с воткнутой в нее булавкой, то будет ли спичка держаться в воде или потонет? На первый взгляд кажется, что булавка как будто не в состоянии увлечь спичку на дно. Однако, если вспомним, что булавка тяжелее спички в 1 1/2 раза, то поостережемся такого заключения. Ведь материал спичечной соломки вдвое легче воды; значит, достаточно отягчить спичку еще таким же грузом, как она сама, чтобы заставить ее утонуть. Булавка дает ей в 1 1/2 раза больше этой необходимой добавки, и, следовательно, спичка с воткнутой булавкой должна погрузиться на дно. Правда, вес булавки уменьшается под водой на 1/8 долю (материал булавки, железо, в восемь раз тяжелее воды), но это не имеет здесь существенного значения, так как булавка остается все же примерно в 1 1/4 раза тяжелее спички.

Зажечь спичку каплей воды

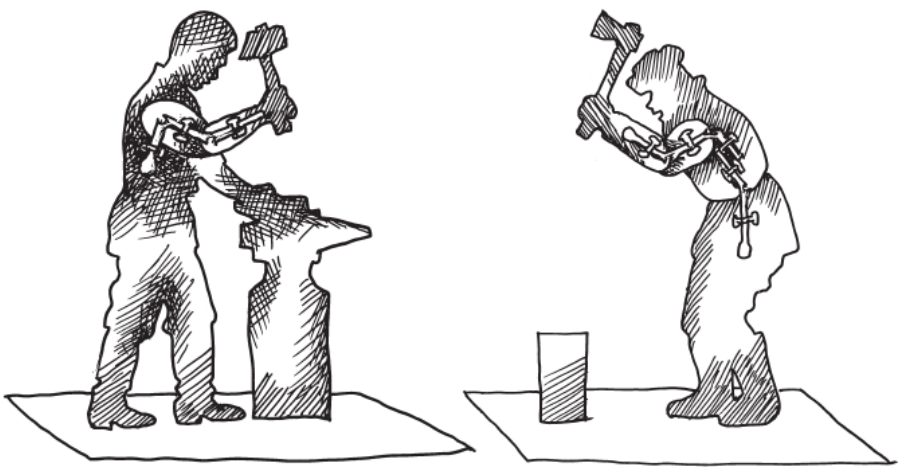
Этот опыт основан на следующем свойстве дерева. Надломите осторожно спичку так, чтобы обе части оставались связанными волокнами. Затем отогните обе половинки спички назад, под очень острым углом (почти до соприкосновения). В сухом состоянии такая спичка сохраняет неизменным острый угол и не стремится выпрямиться. Но стоит капнуть немного воды на место излома, и волокна древесины, напитавшись водой, начнут выпрямляться; обе половинки спички станут взаимно удаляться, пока острый угол между ними не превратится примерно в прямой.

Как же этим свойством воспользоваться, чтобы зажечь спичку каплей воды? Секрет, конечно, в обстановке опыта. Возле зажженной свечи поставьте бутылку, заткнутую пробкой. С помощью булавки прикрепите к пробке надломанную спичку, как показано на рисунке.

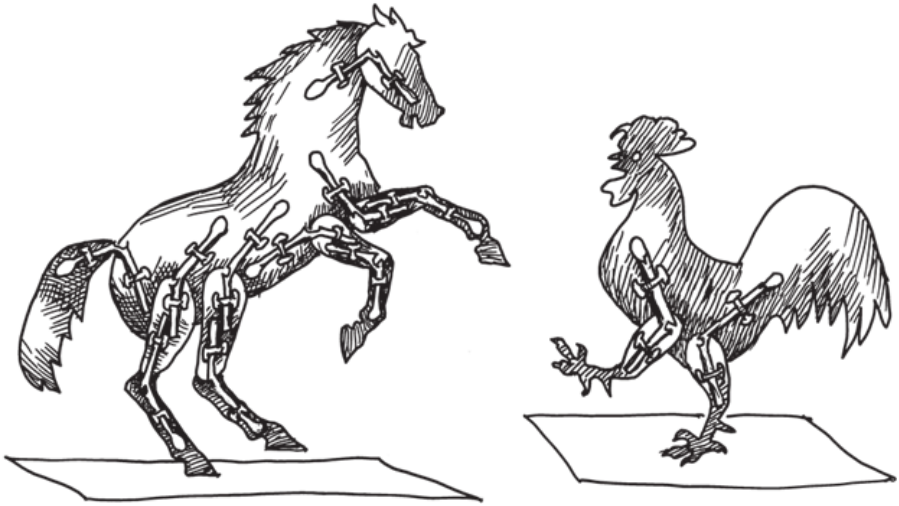
Если теперь на место излома пустить каплю воды, спичка начнет распрямляться, спичечная головка поднимется, очутится в пламени свечи — и зажжется. Капля воды здесь послужила, хоть и косвенно, причиной воспламенения спички.

Живые фигурки

Способностью согнутых спичек выпрямляться при смачивании можно воспользоваться и для другого интересного опыта. Из плотной бумаги, например из открытки, вырежьте части человеческой или какой-либо иной фигуры. Наметьте точки, вокруг которых эти части должны вращаться, и приложите надломанные спички к фигурке так, чтобы вершина острого угла их приходилась как раз в точке вращения. Каплями растопленного сургуча закрепите спички в этом положении. Вы получите целую фигурку, пока еще неподвижную.



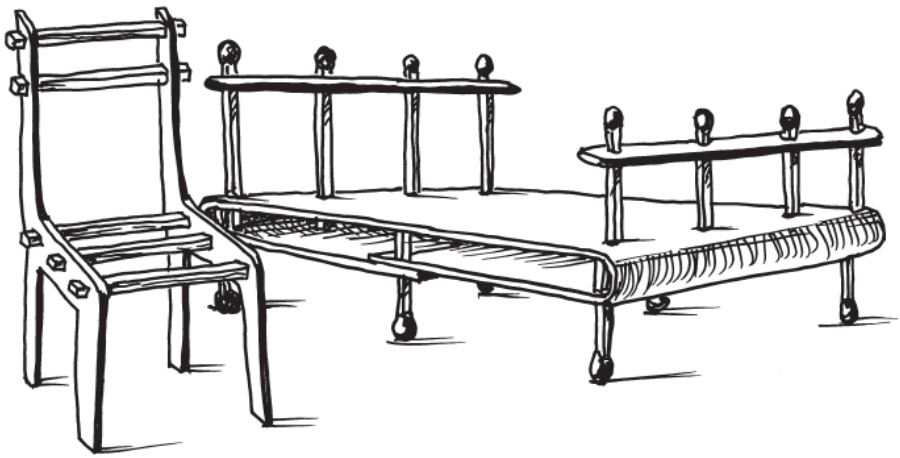
Чтобы такую фигурку оживить, заставить ее двигать своими членами, достаточно положить ее на плоскую тарелку и налить тонкий слой воды. Спички начнут распрямляться, увлекая с собой прилепленные к ним части фигуры, и вы увидите, как, например, лошадь или петушок станут медленно поднимать свои ноги.

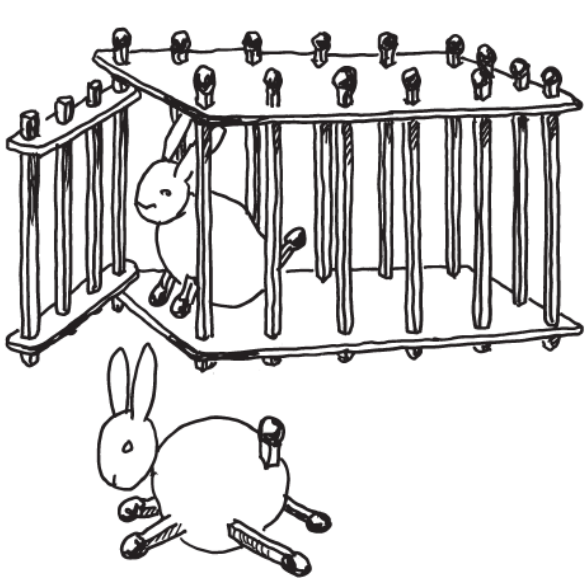


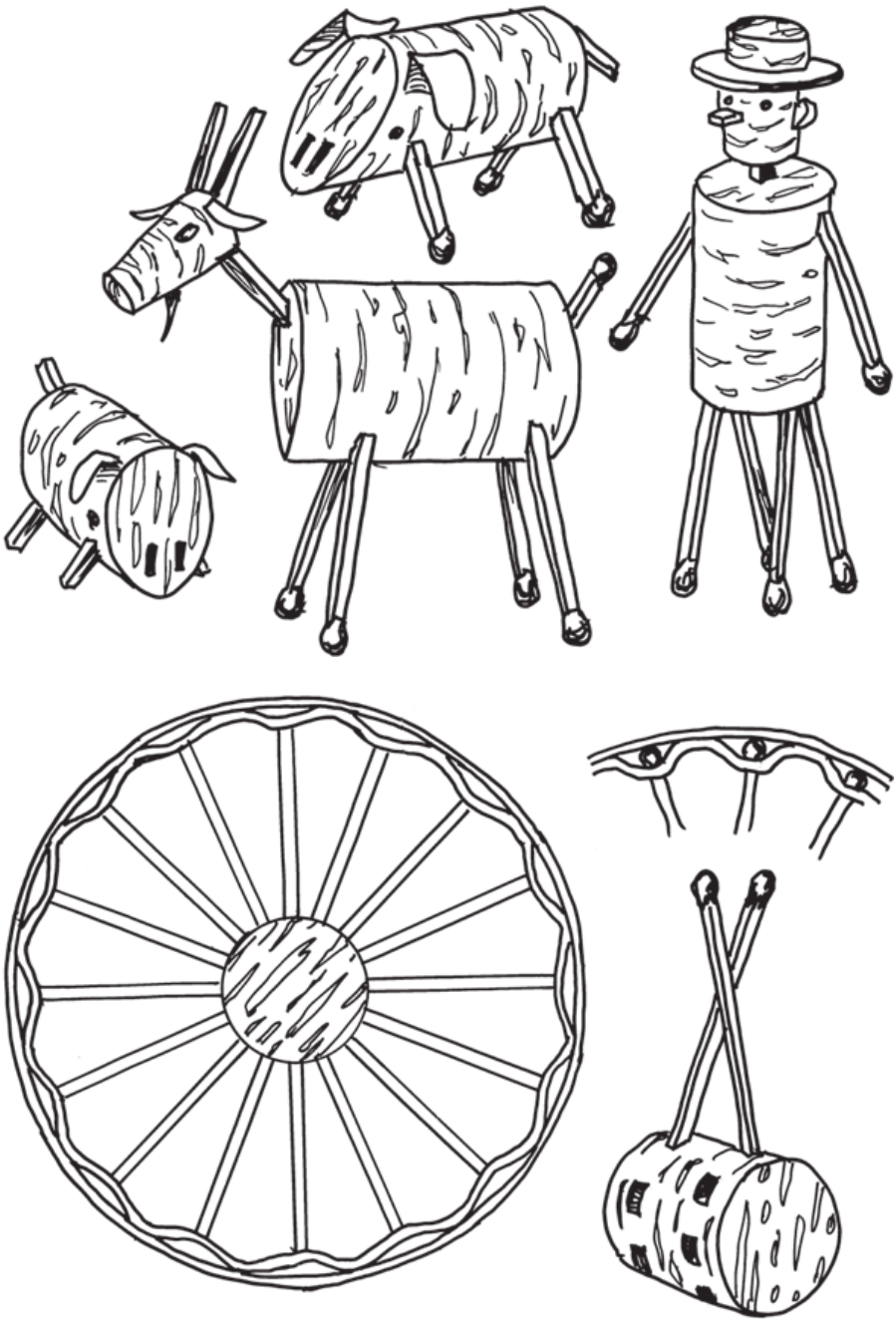
Одну и ту же фигурку можно употребить в дело много раз. Когда спички высохнут, они снова согнутся, фигурки примут первоначальный вид и будут пригодны для повторения опыта.

Игрушки из спичек

Здесь мы рассмотрим ряд игрушек, которые вы при некотором умении мастерить можете изготовить с помощью спичек для ваших более юных братьев и сестренок. Кроме спичек, для изготовления игрушек понадобится только плотная бумага и пробки, а из инструментов — ножницы, нож и шило. Клею не нужно: конструкция всех игрушек такова, что они прочно держатся без клея.







Устройство игрушек настолько ясно из рисунков, что едва ли нужны какие-либо пояснения.

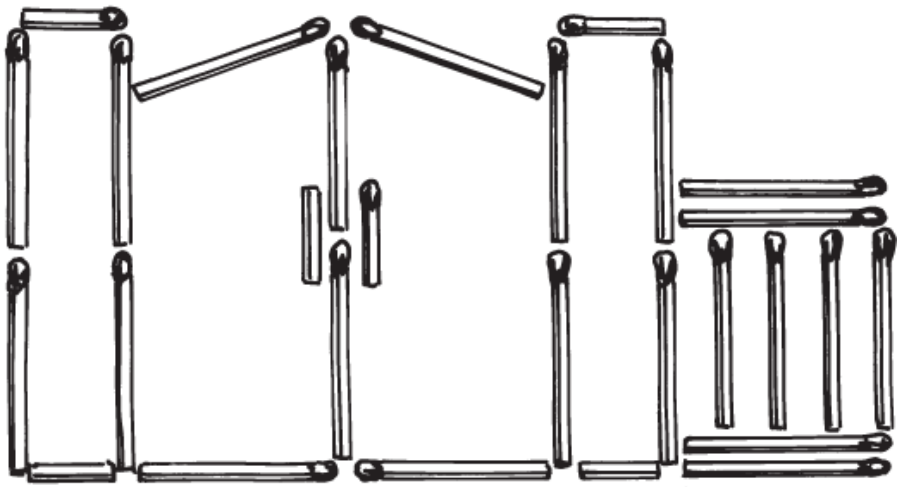
Рисование спичками

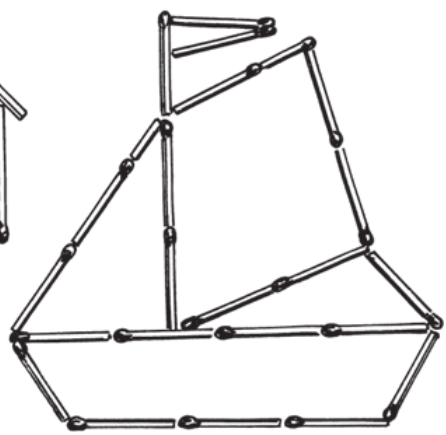
Наконец, ради полноты, упомянем и ещё об одном роде сказочных развлечений — о рисовании спичками.

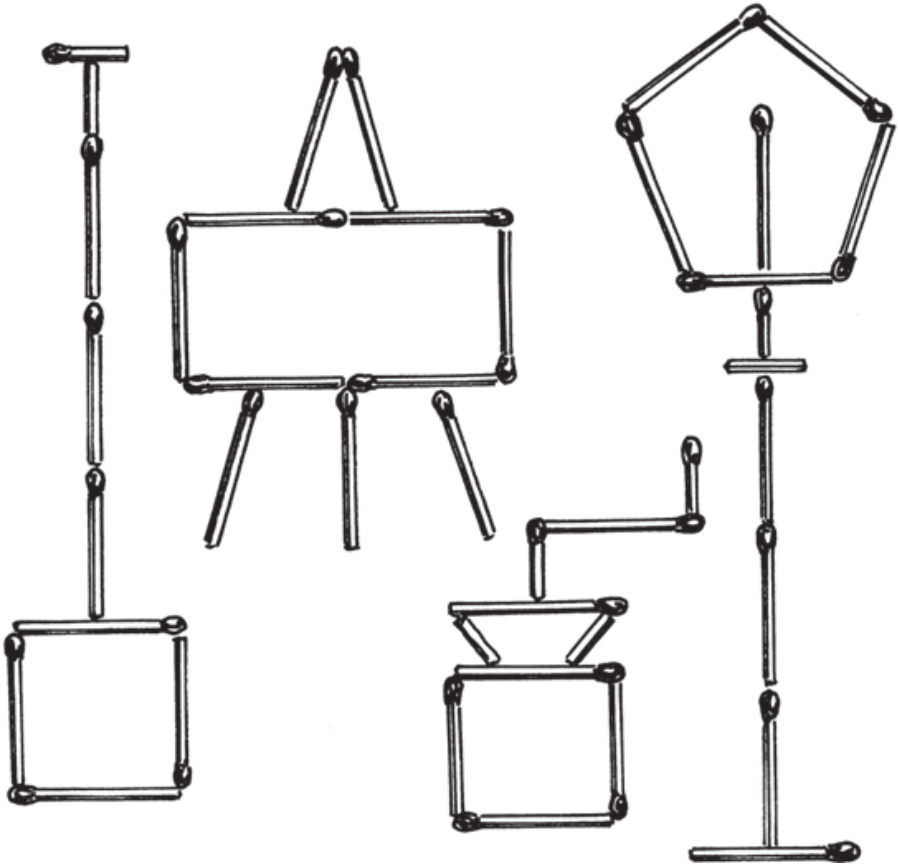
Те из наших читателей, которые не находят удовольствия в спичечных головоломках или опытах и не имеют охоты мастерить, могут отдохнуть на рисовании спичками, которое представляет для иных натур очень занимательное и даже увлекающее занятие.

Какого рода рисунки можно выполнять с помощью спичек, видно из приложенных здесь нескольких образчиков, придуманных иллюстратором этой книжки.

Сюжеты, как видите, могут быть довольно разнообразны, особенно, если не предъявлять слишком строгих требований в смысле сходства с натурой.







При некотором вкусе и фантазии нетрудно будет, вероятно, выполнить и гораздо больше спичечных рисунков подобного типа. Читатели, надеюсь, справятся с этим без дальнейших наставлений.

Задачи о покупках и ценах

Почем лимоны?

Три дюжины лимонов стоят столько рублей, сколько дают лимонов на 16 рублей.

Сколько стоит дюжина лимонов?

Плащ, шляпа и калоши

Некто купил плащ, шляпу и калоши и заплатил за все 140 рублей. Плащ стоит на 90 рублей больше, чем шляпа, а шляпа и плащ вместе на 120 рублей больше, чем калоши.

Сколько стоит каждая вещь в отдельности?

Покупка фруктов

За пять рублей куплено 100 штук фруктов разного рода. Цены фруктов следующие: арбузы — 50 копеек штука, яблоки — 10 копеек штука, сливы — 10 копеек десяток.

Сколько фруктов каждого рода было куплено?

Вздорожание и подешевление

Товар на 10 % вздорожал, потом на 10 % подешевел.

Когда цена его была ниже: до вздорожания или после подешевления?

Бочки

В магазин доставили шесть бочонков квасу. На рисунке обозначено, сколько литров было в каждом бочонке. В первый же день нашлось два покупателя: один купил два бочонка, другой три, причем первый купил вдвое меньше квасу, чем второй. Не пришлось даже раскупоривать бочонков. Из шести бочонков на складе остался всего лишь один.

Какой?

Ответы

Почем лимоны?

Мы знаем, что 36 лимонов стоят столько рублей, сколько на 16 рублей дают лимонов. Но 36 штук стоят:

$$36 \times (\text{цену штуки}).$$

А на 16 рублей дают штук: 16/(цену штуки).
Значит,

$$36 \times (\text{цену штуки}) = 16/(\text{цену штуки})$$

Если бы правую часть не делили на цену штуки, то в левой части получили бы больше в (цену штуки) раз, то есть 16:

$$36 \times (\text{цену штуки}) \times (\text{цену штуки}) = 16.$$

Если бы левую часть не множили на 36, то в правой бы части получили бы меньше в 36 раз:

$$(\text{цена штуки}) \times (\text{цену штуки}) = 16/36.$$

Ясно, что цена штуки равна $4/6 = 2/3$ рубля, а стоимость дюжины лимонов равна $2/3 \times 12 = 8$ рублям.

Плащ, шляпа и калоши

Если бы вместо плаща, шляпы и калош куплено было только две пары калош, то пришлось бы заплатить не 140 рублей, а на столько меньше, на сколько калоши дешевле плаща с шляпой, то есть на 120 рублей. Мы узнаем, следовательно, что две пары калош стоят 140–120 = 20 рублей, отсюда стоимость одной пары — 10 рублей.

Теперь стало известно, что плащ и шляпа вместе стоят 140 — 10 = 130 рублей. Причем плащ дороже шляпы на 90 рублей. Рассуждаем, как прежде: вместо плаща со шляпой купим две шляпы. Мы заплатим не 130 рублей, а меньше на 90 рублей. Значит, две шляпы стоят 130 — 90 = 40 рублей, откуда стоимость одной шляпы — 20 рублей.

Итак, вот стоимость вещей: калоши — 10 рублей, шляпа — 20 рублей, плащ — 110 рублей.

Покупка фруктов

Несмотря на кажущуюся неопределенность, задача имеет только одно решение. Вот оно:

	Число	Стоимость
Арбузов	1	50 коп.
Яблок	39	3 руб. 90 коп.
Слив	60	60 коп.
Итого	100	5 руб. 00 коп.

Вздорожание и подешевление

Ошибочно считать, что цена в обоих случаях одинакова. Сделаем соответствующие выкладки. После вздорожания товар стоил 110 %, или 1,1 первоначальной цены. После же подешевления цена его составляла $1{,}1 \times 0{,}9 = 0{,}99$, то есть 99 % первоначальной. Значит, после подешевления товар стал на 1 % дешевле, чем до вздорожания.

Бочки

Первый покупатель купил 15-литровый и 18-литровый бочонки. Второй — 16-литровый, 19-литровый и 31-литровый.

В самом деле:

$$15 + 18 = 33$$
$$16 + 19 + 31 = 66,$$

То есть второй покупатель приобрел больше квасу, чем первый.

Остался непроданным 20-литровый бочонок.

Это единственный возможный ответ. Другие сочетания не дают требуемого соотношения.

Вес и взвешивание

Миллион изделий

Изделие весит 89,4 г. Сообразите в уме, сколько тонн весит миллион таких изделий.

Мед и керосин

Банка с медом весит 500 г. Та же банка с керосином весит 350 г. Керосин легче меда в два раза. Сколько весит пустая банка?

Вес бревна

Круглое бревно весит 30 кг

Сколько весило бы оно, если бы было втрое толще, но вдвое короче?

Под водой

На обыкновенных весах лежат: на одной чашке — булыжник, весящий ровно 2 кг, на другой — железная гиря в 2 кг. Я осторожно опустил эти весы под воду.

Остались ли чашки в равновесии?

Десятичные весы

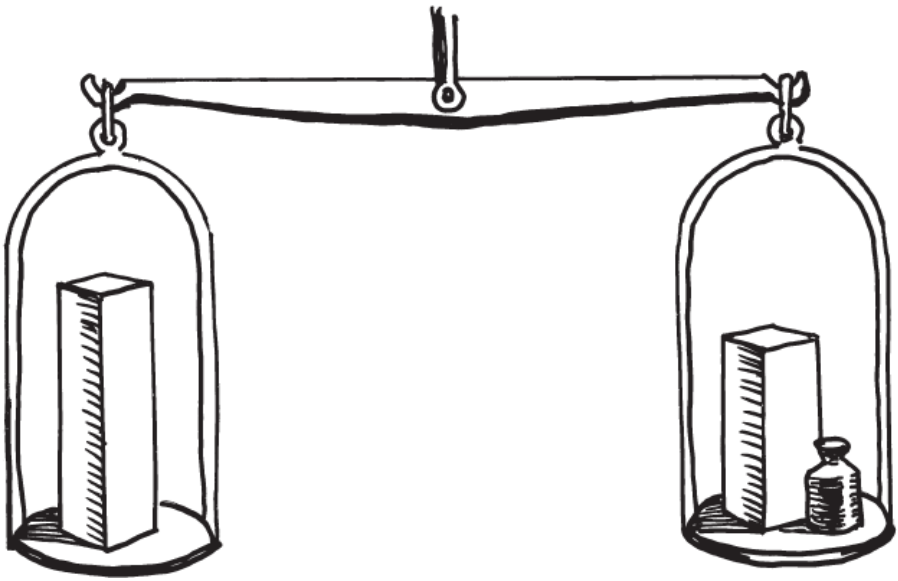
100 кг железных гвоздей уравновешены на десятичных весах железными гирями. Весы затопило водой. Сохранили ли они равновесие и под водой?

Брусок мыла

На одну чашку весов положен брусок мыла, на другую 3/4 такого же бруска и еще 3/4 кг. Весы в равновесии.

Сколько весит целый брусок мыла?

Постарайтесь решить эту несложную задачу устно, без карандаша и бумаги.

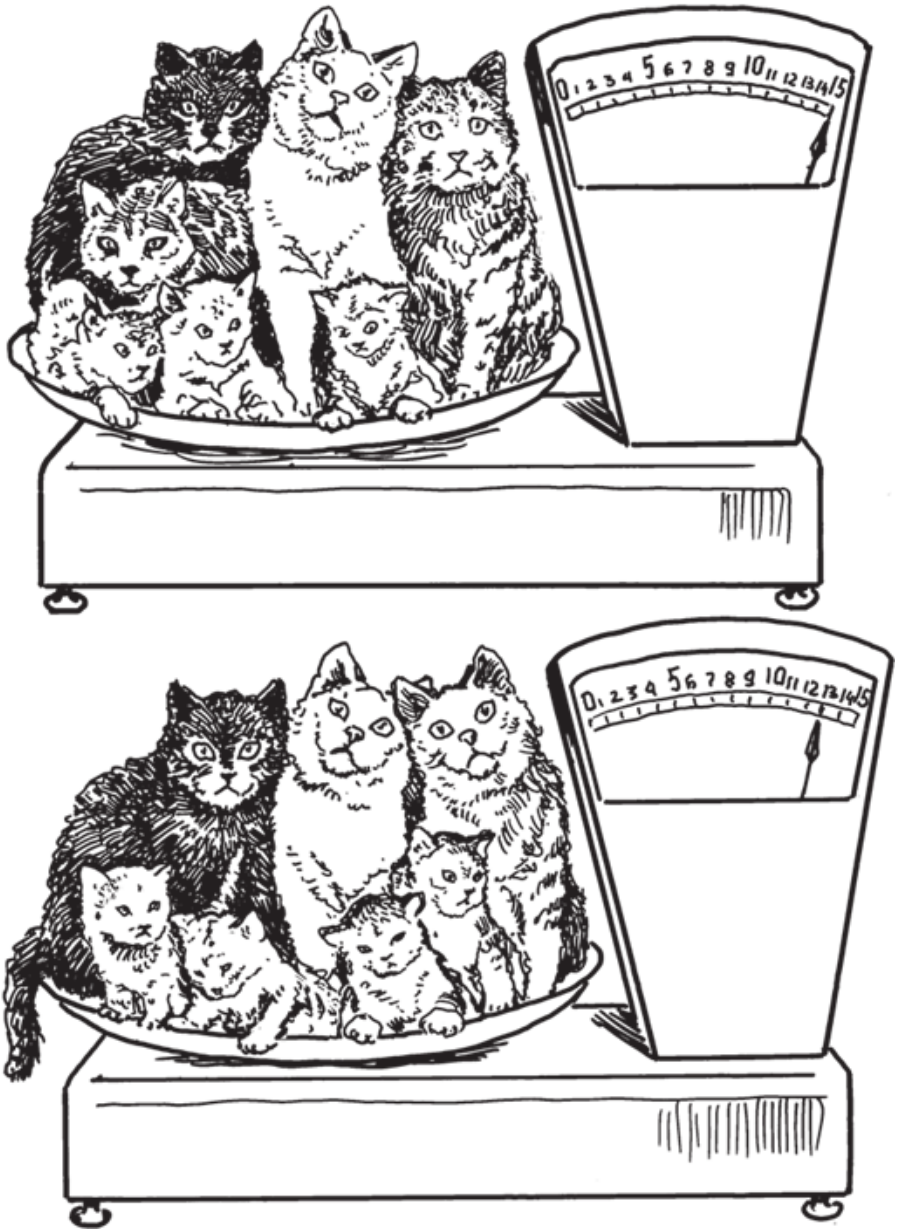


Кошка и котята

Из прилагаемого рисунка вы видите, что четыре кошки и три котенка весят 15 кг, а три кошки и четыре котенка весят 13 кг.

Сколько же весит каждая кошка и каждый котенок в отдельности? Предполагается, что все взрослые кошки весят одинаково; котята также весят поровну.

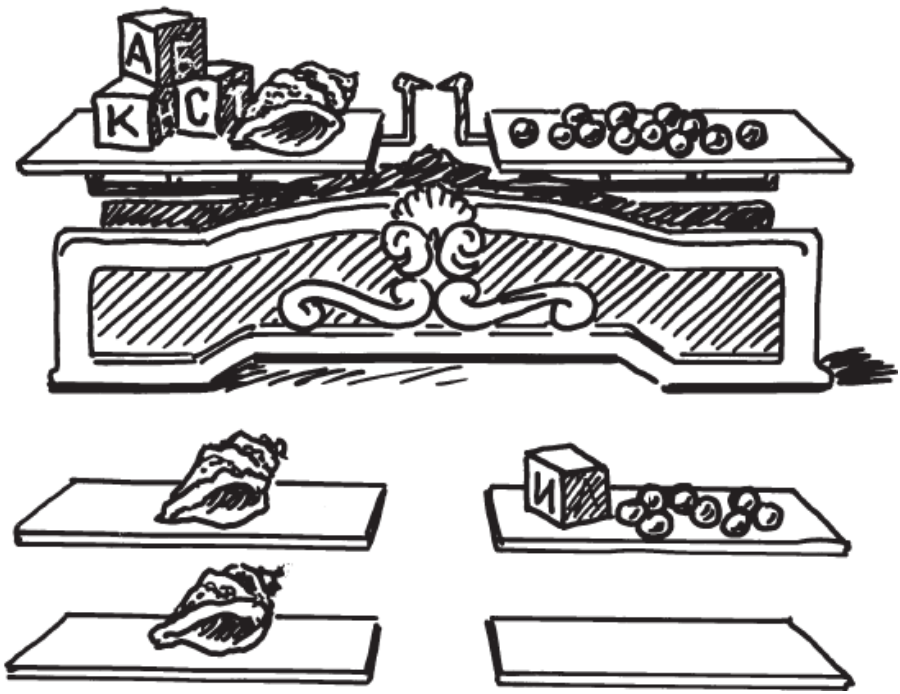
Постарайтесь и эту задачу решить устно.


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Раковина и бусины

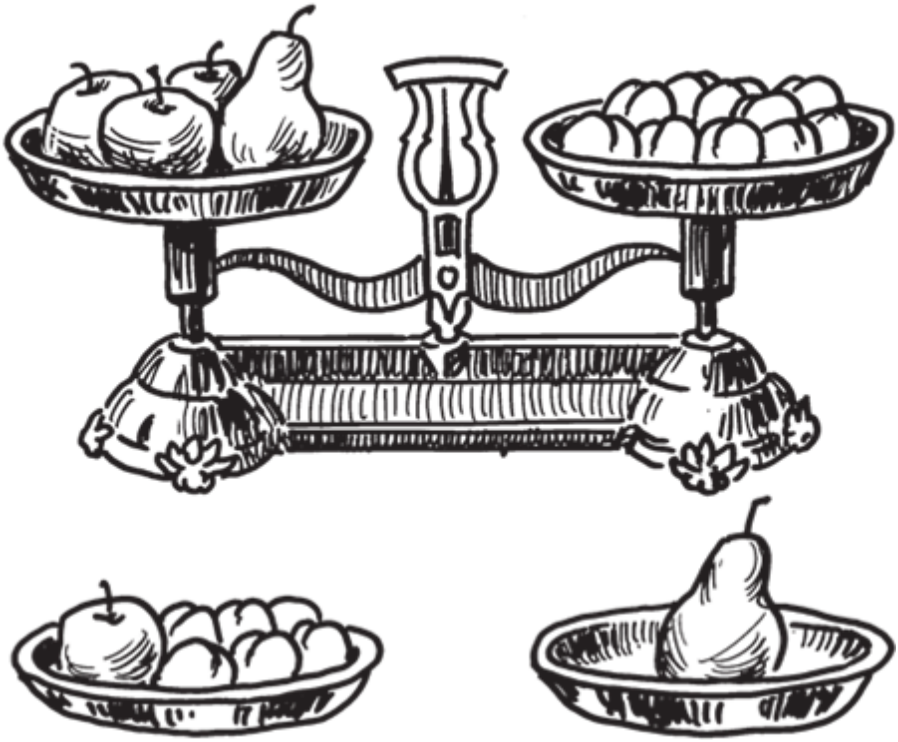
Рисунок показывает вам, что три детских кубика и одна раковина уравновешиваются 12 бусинами и что, далее, одна раковина уравновешивается одним кубиком и восемью бусинами.

Сколько бусин нужно положить на свободную чашку весов, чтобы уравновесить раковину на другой чашке?



Вес фруктов

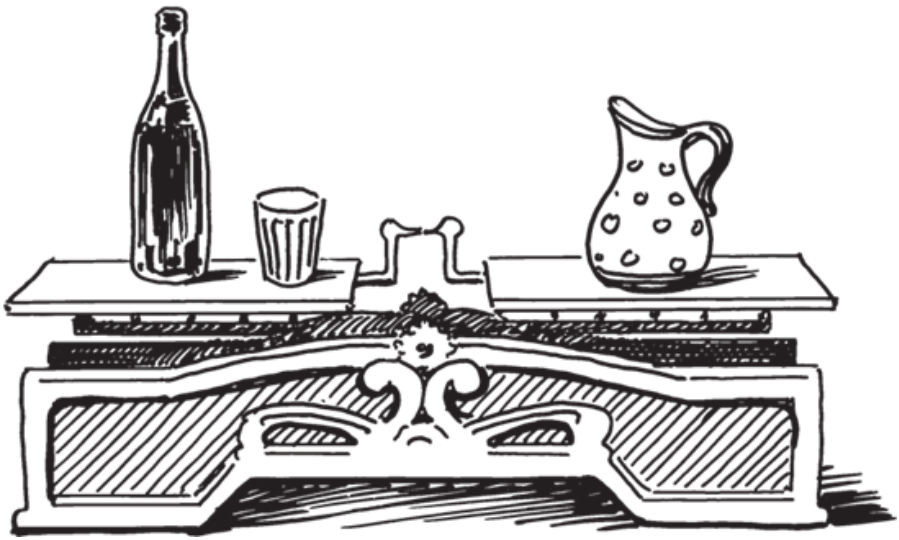
Вот еще задача в том же роде. Рисунок показывает, что три яблока и одна груша весят столько, сколько 10 персиков, а шесть персиков и одно яблоко весят столько, сколько одна груша.

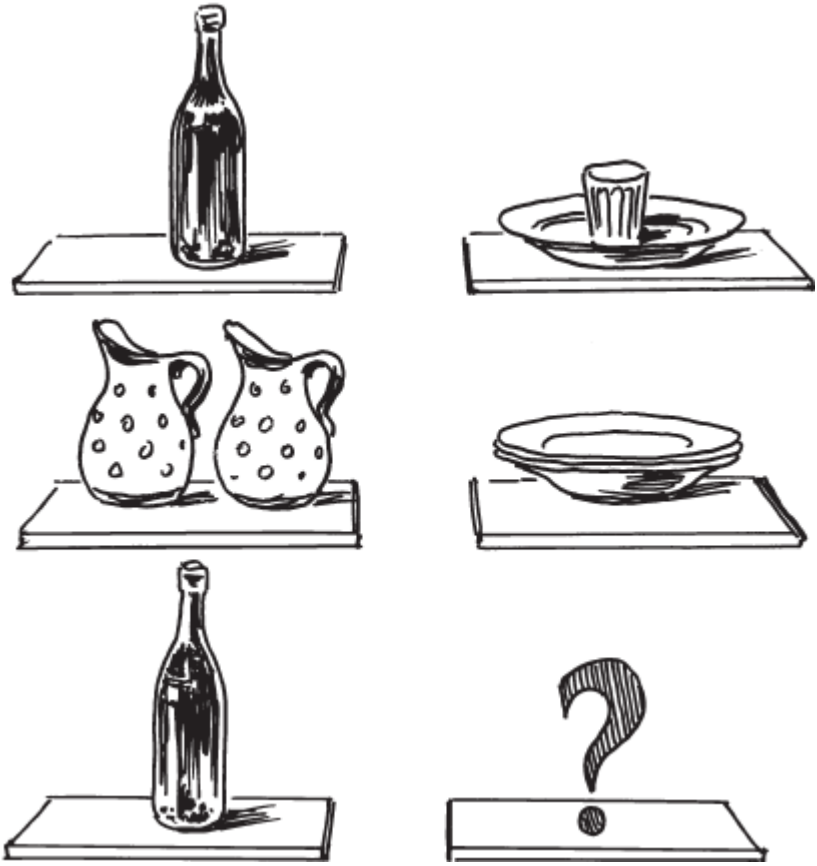


Сколько же персиков надо взять, чтобы уравновесить одну грушу?

Сколько стаканов?

На рисунке вы видите, что бутылка и стакан уравновешиваются кувшином; бутылка сама по себе уравновешивается стаканом и блюдцем; два кувшина уравновешиваются тремя блюдцами.

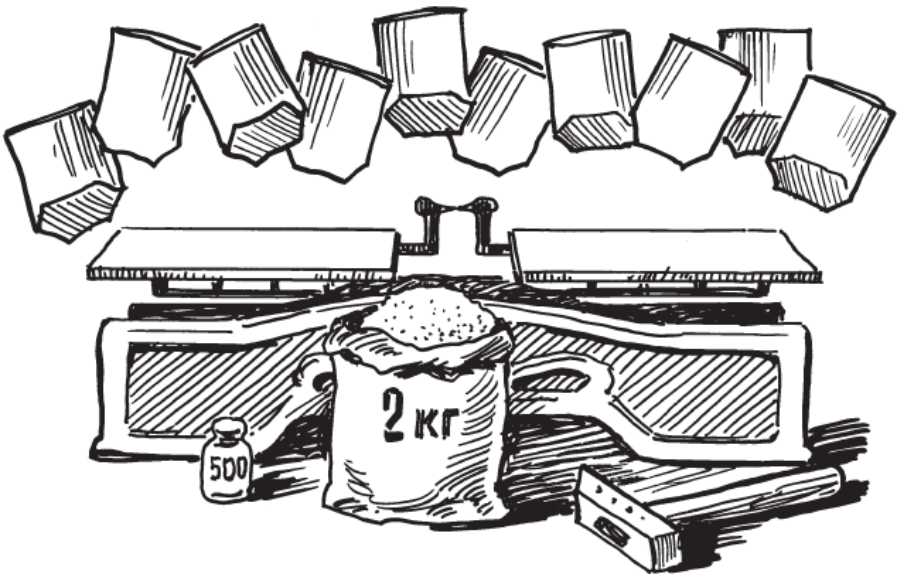




Спрашивается, сколько надо поставить стаканов на свободную чашку весов, чтобы уравновесить бутылку?

Гирей и молотком

Надо развесить 2 кг сахарного песку на 200-граммовые пакеты. Имеется только одна 500-граммовая гиря да еще молоток, весящий 900 г.



Как получить все 10 пакетов, пользуясь этой гирей и молотком?

Задача Архимеда

Самая древняя из головоломок, относящихся к взвешиванию, — без сомнения, та, которую древний правитель сиракузский Гиерон задал знаменитому математику Архимеду.

Предание повествует, что Гиерон поручил мастеру изготовить венец для одной статуи и приказал выдать ему необходимое количество золота и серебра. Когда венец был доставлен, взвешивание показало, что он весит столько же, сколько весили вместе выданные золото и серебро. Однако правителю донесли, что мастер утаил часть золота, заменив его серебром. Гиерон призвал Архимеда и предложил ему определить, сколько золота и сколько серебра заключает изготовленная мастером корона. Архимед решил эту задачу, исходя из того, что чистое золото теряет в воде 20-ю долю своего веса, а серебро — 10-ю долю.

Если вы желаете попытать свои силы на подобной задаче, примите, что мастеру было отпущено 8 кг золота и 2 кг серебра и что, когда Архимед взвесил корону под водой, она весила не 10 кг, а всего 9 1/4 кг. Попробуйте определить по этим данным, сколько золота утаил мастер. Венец, предполагается, изготовлен из сплошного металла, без пустот.

Ответы

Миллион изделий

Расчеты подобного рода выполняются в уме так. Надо умножить 89,4 г на миллион, то есть на тысячу тысяч.

Умножаем в два приема: 89,4 × 1000 = 89,4 кг, потому что килограмм в 1000 раз больше грамма. Далее: 89,4 кг × 1000 = 89,4 т, потому что тонна в 1000 раз больше килограмма.

Итак, искомый вес — 89,4 т.

Мед и керосин

Так как мед тяжелее керосина в два раза, то разница в весе 500–350, то есть 150 г, есть вес керосина в объёме банки (банка с медом весит столько же, сколько весила бы банка с двойным количеством керосина). Отсюда определяется чистый вес банки: 350–150 = 200 г. Действительно: 500–200 = 300 г, то есть мед вдвое тяжелее такого же объема керосина.

Вес бревна

Обыкновенно отвечают, что бревно, увеличенное в толщине вдвое, но вдвое же укороченное, не должно изменить своего веса. Однако это неверно. От увеличения поперечника вдвое объем круглого бревна увеличивается вчетверо; от укорочения же вдвое объем уменьшается всего в два раза. Поэтому толстое короткое бревно должно быть вдвое тяжелее длинного тонкого, то есть весить 60 кг.

Под водой

Каждое тело, если погрузить его в воду, становится легче: оно «теряет» в своем весе столько, сколько весит вытесняемая им вода. Зная этот закон (открытый Архимедом), мы без труда можем ответить на вопрос задачи.

Булыжник весом 2 кг занимает больший объем, чем 2-килограммовая гиря, потому что материал камня (гранит) легче железа. Значит, булыжник вытеснит больший объем воды, нежели гиря, и, по закону Архимеда, потеряет в воде больше веса, чем гиря. Итак, весы под водой наклонятся в сторону гири.

Десятичные весы

При погружении в воду железная вещь (сплошная) теряет 8-ю долю своего веса. Поэтому гири под водой будут иметь 7/8 прежнего веса, гвозди — также 7/8 своего веса. И так как гири были в 10 раз легче гвоздей, то и под водой они легче их в 10 раз. Следовательно, десятичные весы останутся и под водой в равновесии.

Брусок мыла

3/4 бруска мыла + 3/4 кг весят столько, сколько целый брусок. Но в целом бруске содержится 3/4 бруска + 1/4 бруска. Значит, 1/4 бруска весит 3/4 кг, и, следовательно, целый брусок весит в четыре раза больше, чем 3/4 кг, то есть 3 кг.

Раковины и бусины

Сравните первое и второе взвешивания. Вы видите, что раковину при первом взвешивании мы можем заменить одним кубиком и восемью бусинами, — ведь то и другое имеет одинаковый вес. У нас оказалось бы тогда на левой чашке четыре кубика и восемь бусин, и это уравновешивалось бы 12 бусинами. Сняв теперь с каждой чашки по восемь бусин, мы не нарушим равновесия. Останется же у нас на левой чашке четыре кубика, на правой — четыре бусины. Значит, кубик и одна бусина весят одинаково.

Теперь ясно, сколько бусин весит раковина: заменив (второе взвешивание) один кубик на первой чашке бусиной, узнаем, что вес раковины равен весу девяти бусин.

Результат легко проверить.

Замените при первом взвешивании кубики и раковины на левой чашке соответственным числом бусин; получите 3 + 9 = 12, как и должно быть.

Вес фруктов

Заменим при первом взвешивании одну грушу шестью персиками и яблоком; мы вправе это сделать, так как груша весит столько же, сколько шесть персиков и яблоко. У нас окажется на левой чашке четыре яблока и шесть персиков, на правой — 10 персиков. Сняв с обеих чашек по шести персиков, узнаем, что четыре яблока весят столько же, сколько одно яблоко.

Теперь легко уже сообразить, что вес груши равен весу семи

персиков.

Сколько стаканов?

Задачу эту можно решать на разные лады. Вот один из способов.

Заменим при третьем взвешивании каждый кувшин одной бутылкой и одним стаканом (из первого взвешивания мы знаем, что весы при этом должны оставаться в равновесии). Мы узнаем тогда, что две бутылки и два стакана уравновешиваются тремя блюдцами. Каждую бутылку мы на основании второго взвешивания можем заменить одним стаканом и одним блюдцем. Окажется тогда, что четыре стакана и два блюдца уравновешиваются тремя блюдцами.

Сняв с каждой чашки весов по два блюдца, узнаем, что четыре стакана уравновешиваются одним блюдцем.

И, следовательно, бутылка уравновешивается (сравни второе взвешивание) пятью стаканами.

Гирей и молотком

Порядок отвешивания таков. Сначала кладут на одну чашку молоток, на другую — гирю и столько сахарного песку, чтобы чашки уравновесились; ясно, что насыпанный на эту чашку песок весит 900–500 = 400 г. Ту же операцию выполняют еще три раза; остаток песку весит 2000 — (4 × 400) = 400 г.

Теперь остается только каждый из пяти полученных 400-грамовых пакетов разделить пополам, на два равных по весу пакета. Делается это без гирь очень просто: рассыпают содержимое 400-грамового пакета в два картуза, поставленных на разных чашках, пока весы не уравновесятся.

Вот так.

Задача Архимеда

Если бы заказанный венец был сделан целиком из чистого золота, он весил бы вне воды 10 кг, а под водой потерял бы 20-ю долю этого веса, то есть 1/2 кг. В действительности же венец, мы знаем, теряет в воде не 1/2 кг, а 10 — 9 1/4 = 3/4 кг. Это потому, что он содержит в себе серебро — металл, теряющий в воде не 20-ю, а 10-ю долю своего веса. Серебра должно быть в венце столько, чтобы венец терял в воде не 1/2 кг, а 3/4 кг — на 1/4 кг более. Если в нашем чисто золотом венце заменим мысленно 1 кг золота серебром, то венец будет терять в воде больше, нежели прежде, на

1/10 — 1/20 = 1/20 кг. Следовательно, чтобы получилось требуемое увеличение потери веса на 1/4 кг, необходимо заменить серебром столько килограммов золота, сколько раз 1/20 кг содержится в 1/4 кг; но 1/4: 1/20 = 5. Итак, в венце было 5 кг серебра и 5 кг золота вместо выданных 2 кг серебра и 8 кг золота. 3 кг золота было утаено и заменено серебром.

Задачи о часах

Цифра шесть

Спросите кого-нибудь из ваших знакомых постарше, как давно обладает он карманными часами. Положим, окажется, что часы у него уже 15 лет. Продолжайте тогда разговор примерно в таком духе:

— А по скольку раз в день взглядываете вы на свои часы?

— Раз 20, вероятно, или около того, — последует ответ.

— Значит, в течение года вы смотрите на свои часы не менее 6000 раз, а за 15 лет видели их циферблат 6000 × 15, то есть чуть не 100 тысяч раз. Вещь, которую вы видели 100 тысяч раз, вы, конечно, должны знать и помнить отлично.

— Ну, разумеется!

— Вам поэтому прекрасно должен быть известен циферблат ваших карманных часов, и вы не затруднитесь изобразить на память, как обозначена на нем цифра шесть.

И вы предлагаете собеседнику бумажку и карандаш.

Он исполняет вашу просьбу, но… изображает цифру шесть совсем не такой, какой обозначена она на его часах.

Почему?

Ответьте на этот вопрос, не глядя на карманные часы. Покажите, как ваш собеседник изобразил цифру шесть и как ее следует изобразить.

Трое часов

В доме трое часов. 1 января все они показывали верное время. Но шли верно только первые часы; вторые отставали на одну минуту в сутки, третьи на 1 минуту в сутки спешили. Если часы будут продолжать так идти, через сколько времени все трое часов будут снова показывать верное время?

Двое часов

Вчера я проверял мои стенные часы и будильник и поставил их стрелки правильно. Стенные отстают на 2 минуты в час; будильник спешит в час на минуту.

Сегодня часы остановились: завод кончился. Стрелки на циферблате стенных часов показывают 7 часов, на циферблате будильника — 8 часов.

В котором часу я вчера проверил часы?

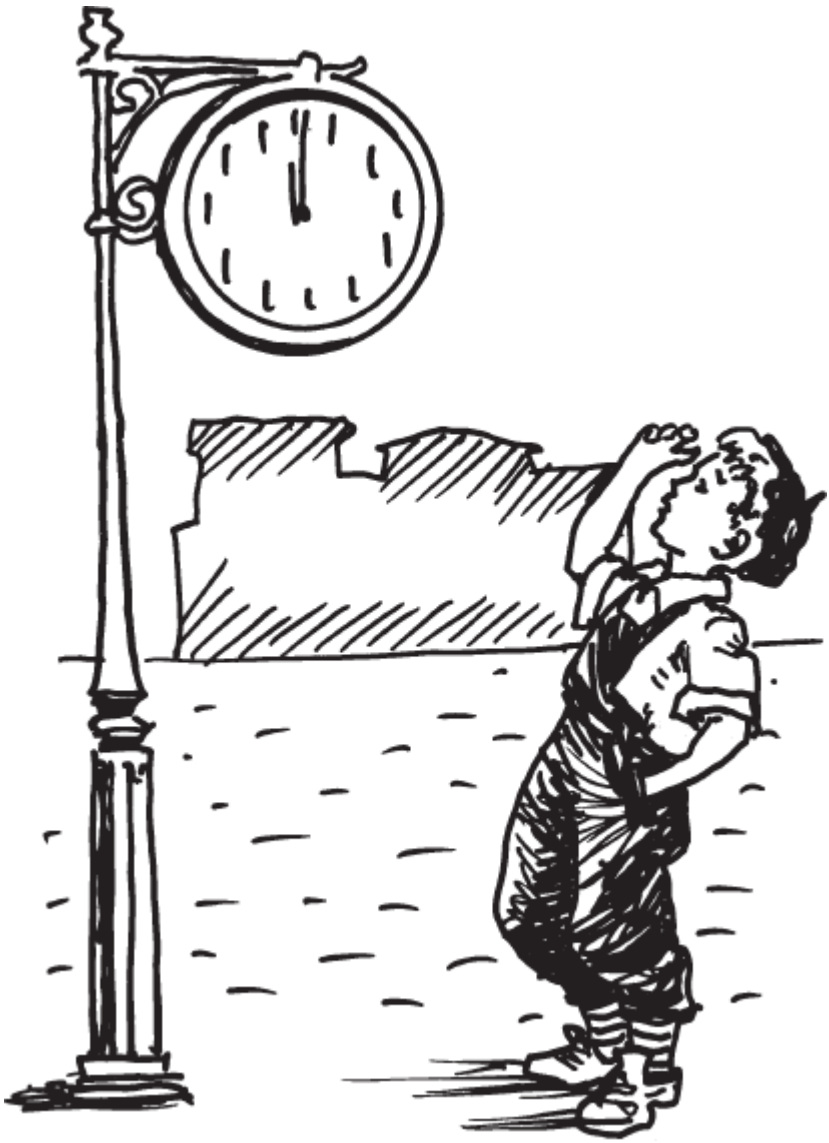
Который час?

— Куда спешите?
— К 6-часовому поезду. Сколько минут осталось до отхода?
— 50 минут назад было вчетверо больше минут после трех.
Что означает этот странный ответ? Который был час?

Когда стрелки встречаются?

В 12 часов одна стрелка покрывает другую. Но вы замечали, вероятно, что это не единственный момент, когда стрелки часов встречаются: они настигают друг друга в течение дня несколько раз.

Можете ли вы указать все те моменты, когда это случается?



Когда стрелки направлены врозь?

В 6 часов, наоборот, обе стрелки направлены в противоположные стороны. Но только ли в 6 часов это бывает, или же есть и другие моменты, когда стрелки так расположены?

По обе стороны шести

Я взглянул на часы и заметил, что обе стрелки отстоят от цифры VI, по обе ее стороны, одинаково. В котором часу это было?

В котором часу?

В котором часу минутная стрелка опережает часовую ровно на столько же, на сколько часовая находится впереди числа 12 на циферблате? А может быть, таких моментов бывает в день несколько? Или же вовсе не бывает?

Наоборот

Если вы внимательно наблюдаете за часами, то, быть может, вам случалось наблюдать как раз и обратное расположение стрелок, чем то, что сейчас описано: часовая стрелка опережает минутную на столько же, на сколько минутная продвинулась вперед от числа 12. Когда же это бывает?

Три и семь

Часы бьют три, и, пока они бьют, проходят три секунды. Сколько же времени должны употребить часы, чтобы пробить семь?

На всякий случай предупреждаю, что это — не задача-шутка и никакой ловушки не скрывает.

Тиканье часов

Положите свои карманные часы на стол, отойдите шага на три или на четыре и прислушайтесь к их тиканью. Если в комнате достаточно тихо, то вы услышите, что часы ваши идут словно с перерывами: то тикают короткое время, то на несколько секунд замолкают, то снова начинают идти, и т. д.

Чем объясняется такой неравномерный ход?

Ответы

Цифра шесть

Большинство непредупрежденных людей в ответ на вопрос этой задачи рисуют одно из начертаний 6, или VI. Это показывает, что можно видеть вещь 100 тысяч раз и все-таки не знать ее. Дело в том, что обычно на циферблате (мужских часов) цифры шесть вовсе нет, потому что на ее месте помещается секундник.

Трое часов

Через 740 суток. За это время вторые часы отстанут на 720 минут, то есть ровно на 12 часов; третьи часы на столько же уйдут вперед. Тогда все трое часов будут показывать то же, что и 1 января, то есть верное время.

Двое часов

Будильник уходит в течение часа на 3 минуты по сравнению со стенными часами. На 1 час, то есть на 60 минут, он уходит в течение 20 часов. Но за эти 20 часов будильник ушел вперед по сравнению с верным временем на 20 минут. Значит, стрелки были поставлены верно 19 часов 20 минут назад, то есть в 11 часов 40 минут.

Который час?

Между 3 и 6 часами 180 минут. Нетрудно сообразить, что число минут, остающихся до 6 часов, найдется, если 180 — 50, то есть 130, разделим на такие две части, из которых одна в четыре раза больше другой. Значит, надо найти пятую часть от 130. Итак, было без 26 минут шесть.

Действительно, 50 минут назад оставалось до 6 часов 26 + 50 = 76 минут, и, значит, после 3 часов прошло 180 — 76 = 104 минуты; это вчетверо больше числа минут, остающихся теперь до шести.

Когда стрелки встречаются?

Начнем наблюдать за движением стрелок в 12 часов. В этот

момент обе стрелки друг друга покрывают. Так как часовая стрелка движется в 12 раз медленнее, чем минутная (она описывает полный круг в 12 часов, а минутная в 1 час), то в течение ближайшего часа стрелки, конечно, встретиться не могут. Но вот прошел час; часовая стрелка стоит у цифры 1, сделав 1/12 долю полного оборота; минутная же сделала полный оборот и стоит снова у XII — на 1/12 долю круга позади часовой. Теперь условия состязания иные, чем раньше: часовая стрелка движется медленнее минутной, но она впереди, и минутная должна ее догнать. Если бы состязание длилось целый час, то за это время минутная стрелка прошла бы полный круг, а часовая 1/12 круга, т. е. минутная сделала бы на 1/12 круга больше. Но, чтобы догнать часовую стрелку, минутной нужно пройти больше, чем часовой, только на ту 1/12 долю круга, которая их отделяет. Для этого потребуется времени не целый час, а меньше во столько раз, во сколько раз 1/12 меньше 11/12, т. е. в 11 раз. Значит, стрелки встретятся через 1/11 часа, т. е. через $60/11 = 5\ 5/11$ минуты.

Итак, встреча стрелок случится спустя 5 5/11 минуты после того, как пройдет 1 час, т. е. в 5 5/11 минут второго.

Когда же произойдет следующая встреча?

Нетрудно сообразить, что это случится спустя 1 час 5 5/11 мин., т. е. в 2 часа 10 10/11 мин. Следующая — спустя еще 1 час 5 5/11 мин., т. е. в 3 часа 16 4/11 мин., и т. д. Всех встреч, как легко видеть, будет 11; одиннадцатая наступит через $1\ 1/11 \times 11 = 12$ часов после первой, т. е. в 12 часов; другими словами, она совпадает с первой встречей, и дальнейшие встречи повторятся снова в прежние моменты.

Вот все моменты встреч:

1-я	встреча	— в 1 час	$5\frac{5}{11}$ мин.
2-я	»	— в 2 »	$10\frac{10}{11}$ »
3-я	»	— в 3 »	$16\frac{4}{11}$ »
4-я	»	— в 4 »	$21\frac{9}{11}$ »
5-я	»	— в 5 »	$27\frac{3}{11}$ »
6-я	»	— в 6 »	$32\frac{8}{11}$ »
7-я	»	— в 7 »	$38\frac{2}{11}$ »
8-я	»	— в 8 »	$43\frac{7}{11}$ »
9-я	»	— в 9 »	$49\frac{1}{11}$ »
10-я	»	— в 10 »	$54\frac{6}{11}$ »
11-я	»	— в 12 часов.	

Когда стрелки направлены врозь?

Эта задача решается весьма сходно с предыдущей. Начнем опять с 12 часов, когда обе стрелки совпадают. Нужно вычислить, сколько времени потребуется для того, чтобы минутная стрелка обогнала часовую ровно на полкруга, — тогда обе стрелки и будут направлены как раз в противоположные стороны. Мы уже знаем (см. предыдущую задачу), что в течение целого часа минутная стрелка обгоняет часовую на 11/12 полного круга; чтобы обогнать ее всего на 1/2 круга, понадобится меньше времени, чем целый час, — меньше во столько раз, во сколько 1/2 меньше 11/12, т. е. потребуется всего 6/11 часа. Значит, после 12 часов стрелки в первый раз располагаются одна против другой спустя 6/11 часа, или 32 8/11 минуты. Взгляните на часы в 32 8/11 минуты первого, и вы убедитесь, что стрелки направлены в противоположные стороны.

Единственный ли это момент, когда стрелки так расположены? Конечно, нет. Такое положение стрелки занимают спустя 32 8/11 минуты после каждой встречи. А мы уже знаем, что встреч бывает 11 в течение двенадцати часов; значит, и располагаются стрелки врозь тоже 11 раз в течение 12 часов. Найти эти моменты нетрудно:

12 ч. + 32 8/11 мин. = 12 ч. 32 8/11 мин.
1 ч. 5 5/11 мин. + 32 8/11 мин. = 1 ч. 38 2/11 мин.
2 ч. 10 10/11 мин. + 32 8/11 мин. = 2 час. 43 7/11 мин.
3 ч. 16 1/11 мин. + 32 8/11 мин. = 3 ч. 49 1/11 мин. и т. д.
Вычислить остальные моменты предоставляю вам самим.

По обе стороны шести

Задача эта решается так же, как и предыдущая. Вообразим, что обе стрелки стояли у 12, и затем часовая отошла от 12 на некоторую часть полного оборота, которую мы обозначим буквою x. Минутная стрелка за то же время успела повернуться на 12?. Если времени прошло не больше одного часа, то для удовлетворения требованию нашей задачи необходимо, чтобы минутная стрелка отстояла от конца целого круга на столько же, на сколько часовая стрелка успела отойти от начала; другими словами:

$$1 — 12\,x = x.$$

Отсюда 1 = 13 x (потому что 13 x — 12 x = x). Следовательно, x = 1/13 доле целого оборота. Такую долю оборота часовая стрелка проходит в 12/13 часа, т. е. показывает 55 5/13 мин. первого. Минутная стрелка в то же время прошла в 12 раз больше, т. е. 12/13 полного оборота; обе стрелки, как видите, отстоят от 12 одинаково, а следовательно, одинаково отодвинуты и от VI по разные стороны.

Мы нашли одно положение стрелок — именно то, которое наступает в течение первого часа. В течение второго часа подобное положение наступит еще раз; мы найдем его, рассуждая по предыдущему, из равенства 1 — (12 x — 1) = x или 2 — 12 x = x, откуда 2 = 13 x (потому что 13 x — 12 • x = x), и, следовательно, x = 2/13 полного оборота. В таком положении стрелки будут в 1 11/13 часа, т. е. в 50 10/13 минуты второго.

В третий раз стрелки займут требуемое положение, когда часовая стрелка отойдет от 12 на 3/13 полного круга, т. е. в 2 10/13 часа, и т. д. Всех положений 11, причем после 6 часов стрелки меняются местами: часовая стрелка занимает те места, в которых была раньше минутная, а минутная становится на места часовой.

В котором часу?

Если начать следить за стрелками ровно в 12 часов, то в

течение первого часа мы искомого расположения не заметим. Почему? Потому что часовая стрелка проходит 1/12 того, что проходит минутная, и, следовательно, отстает от нее гораздо больше, чем требуется для искомого расположения. На какой бы угол ни отошла от XII минутная стрелка, часовая повернется на 1/12 этого угла, а не на 1/2, как нам требуется. Но вот прошел час; теперь минутная стрелка стоит у 12, часовая — у 1, на 1/12 полного оборота впереди минутной. Посмотрим, не может ли такое расположение стрелок наступить в течение второго часа. Допустим, что момент этот наступил тогда, когда часовая стрелка отошла от цифры 12 на долю оборота, которую мы обозначаем через x. Минутная стрелка успела за то же время пройти в 12 раз больше, т. е. 12 x. Если вычесть отсюда один полный оборот, то остаток 12 x — 1 должен быть вдвое больше, чем x, т. е. равняться 2 x. Мы видим, следовательно, что 12 x — 1 = 2 • x, откуда следует, что 1 целый оборот равен 10 • x (действительно: 12 • x — 10 • x = 2 • x). Но если 10 • x = целому обороту, то одно × = 1/10 части оборота. Вот и решение задачи: часовая стрелка отошла от цифры 12 на 12/10 полного оборота, на что требуется 12/10 часов, или 1 час 12 мин. Минутная стрелка при этом будет вдвое дальше от 12, т. е. на расстоянии 1/5 оборота; это отвечает 60/5 = 12 минутам, — как и должно быть.

Мы нашли одно решение задачи. Но есть и другие: стрелки в течение двенадцати часов располагаются таким же образом не один раз, а несколько. Попытаемся найти остальные решения.

Для этого дождемся двух часов; минутная стрелка стоит у 12, а часовая — у 2. Рассуждая по предыдущему, получаем равенство

$$12x - 2 = 2x$$

откуда 2 целых оборота равны 10 x и, значит, x = 1/5 целого оборота. Это соответствует моменту 12/5 = 2 ч. 24 м.

Дальнейшие моменты вы легко вычислите сами. Тогда вы найдете, что стрелки располагаются согласно требованию задачи в следующие 10 моментов:

в 1 час 12 мин.
в 2 » 24 »
в 3 » 36 »
в 4 » 48 »
в 6 часов
в 7 » 12 »
в 8 » 24 »
в 9 » 36 »
в 10 » 48 »
в 12 часов.

Ответы: «в 6 часов» и «в 12 часов» могут показаться неверными, — но только с первого взгляда. Действительно: в 6 часов часовая стрелка стоит у 6, минутная же — у 12, т. е. ровно вдвое дальше. В 12 же часов часовая стрелка удалена от 12 на нуль, а минутная, если хотите, на «два нуля» (потому что двойной нуль — то же, что и нуль); значит, и этот случай, в сущности, удовлетворяет условию задачи.

Наоборот

После предыдущих разъяснений решить эту задачу уже не трудно. Легко сообразить, рассуждая, как прежде, что в первый раз требуемое расположение стрелок будет в тот момент, который определяется равенством:

$$12x - 1 = x/2,$$

откуда $1 = 11\ 1/2\ x$, или $x = 2/23$ целого оборота, т. е. через 1 1/23 часа после 12. Значит, в 1 час. 2 14/23 минуты стрелки будут расположены требуемым образом. Действительно, минутная стрелка должна стоять посредине между 12 и 1 1/23 часами, т. е. на 12/23 часа, что как раз и составляет 1/23 полного оборота (часовая стрелка пройдет 2/23 целого оборота).

Второй раз стрелки расположатся требуемым образом в

момент, который определится из равенства:

$$12x - 2 = x/2,$$

откуда $2 = 11\ 1/2\ x$ и $\times = 4/23$; искомый момент — 2 часа 5 5/23 мин.

Третий искомый момент — 3 час. 7 19/23 мин. и т. д.

Три и семь

Обычно отвечают — «7 секунд». Но такой ответ, как сейчас увидим, неверен.

Когда часы бьют три, мы наблюдаем два промежутка:

1) между первым и вторым ударом;

2) между вторым и третьим ударом.

Оба промежутка длятся 3 секунды; значит, каждый продолжается вдвое меньше — именно 1 1/2 секунды.

Когда же часы бьют семь, то таких же промежутков бывает 6. Шесть раз по полторы секунды составляют 9 секунд. Следовательно, часы «бьют семь» (т. е. делают 7 ударов) в 9 секунд.

Тикание часов

Загадочные перерывы в тиканьи часов происходят просто от утомления слуха. Наш слух, утомляясь, притупляется на несколько секунд — и в эти промежутки мы не слышим тиканья. Спустя короткое время утомление проходит, и прежняя чуткость восстанавливается, — тогда мы снова слышим ход часов. Затем наступает опять утомление, и т. д.

Вопросы и опыты по физике

Груз на блоке

Допустим, человек может поднять с пола груз в 100 кг (1 центнер). Желая поднять еще больший груз, он перекинул привязанную к грузу веревку через блок, неподвижно прикрепленный к потолку. Какой груз удастся ему поднять с помощью этого приспособления?

С помощью неподвижного блока можно поднять нисколько не больше, чем непосредственно руками, а даже меньше. Когда я тяну за веревку, перекинутую через неподвижный блок, я могу поднять груз, не превышающий веса моего тела. Если я вешу

меньше 100 кг, то поднять такой груз с помощью блока я не в силах.

Две бороны

Часто смешивают вес и давление. Между тем это вовсе не одно и то же. Вещь может обладать значительным весом и все же оказывать на свою опору ничтожное давление. Наоборот, иная вещь при малом весе производит на опору большое давление.

Из следующего примера вы сможете уяснить себе различие между весом и давлением, а заодно поймете и то, как нужно рассчитывать давление, производимое предметом на свою опору.

В поле работают две бороны одинакового устройства: одна о 20 зубьях, другая — о 60. Первая весит вместе с грузом 60 кг, вторая — 120.

Какая борона работает глубже?

Легко сообразить, что глубже должны проникать в землю зубья той бороны, на которые напирает большая сила. В первой бороне общая нагрузка в 60 кг распределяется на 20 зубьев; следовательно, на каждый зуб приходится всего 120/60, то есть 2 кг. Значит, хотя вторая борона в общем тяжелее первой, зубья ее должны уходить в почву мельче. Давление на каждый зуб у первой бороны больше, чем у второй.

Квашеная капуста

Рассмотрим еще один несложный расчет давления.

Две кадки с квашеной капустой покрыты лежащими на капусте деревянными кругами с камнями. В одной кадке круг имеет в поперечнике 24 см и нагружен 10 кг; в другой бочке поперечник круга равен 32 см, а груз равен 16 кг.

В какой кадке капуста находится под большим давлением?

Давление, очевидно, больше в той кадке, где на каждый квадратный сантиметр площади приходится больший груз. В первой кадке груз в 10 кг распределяется на площадь в 3,14 $\times$ 12 $\times$ 12 = 452 кв см (площадь круга равна числу 3,14, умноженному на длину радиуса окружности (на половину поперечника) и еще раз на длину радиуса).

И значит, на 1 кв. см приходится 10000/452, то есть около 22 г. Во второй кадке давление на 1 кв. см составляет 16000/804, то есть менее 20 г.

Следовательно, в первой кадке капуста сдавлена сильнее.

Шило и зубило

Почему шило вонзается глубже, чем зубило, когда на оба орудия напирают одинаково? Причина — различие давления.

При напоре на шило вся сила сосредоточивается на очень небольшом пространстве его острия. При надавливании же на тупое зубило та же самая сила распределяется на гораздо большую поверхность.

Пусть, например, шило соприкасается с материалом по поверхности в 1 кв. мм, а зубило — на пространстве в 1 кв. см. Если напор на каждый инструмент равен 1 кг, то под лезвием зубила материал испытывает давление в 1 кг на 1 кв. см, а под шилом — в 1: 0,01 = 100, т. е. 100 кг на 1 кв. см (потому что 1 кв. мм = 0,01 кв. см). А если давление под шилом в сотню раз сильнее, чем под зубилом, то ясно, почему шило вонзится глубже, чем зубило.

Вы поймете теперь, что, надавливая пальцем на иглу при шитье, вы производите очень большое давление, нисколько не меньшее, чем давление пара в ином паровом котле. В этом же и секрет режущего действия бритвы: легкий напор руки создает на тонком острие бритвы давление в сотни килограммов на 1 кв. см — и волос срезается.

Лошадь и трактор

Тяжелый гусеничный трактор хорошо держится на таком рыхлом грунте, в котором увязают ноги лошадей и даже людей. Это кажется многим непонятным — ведь трактор гораздо тяжелее лошади и куда тяжелее человека. Отчего же ноги лошади вязнут в рыхлой почве, а трактор не увязает?

Чтобы понять это, надо снова вспомнить различие между весом и давлением.

Глубже должна увязнуть не та вещь, что тяжелее, а та, у которой на каждый квадратный сантиметр опоры приходится большая нагрузка. Огромный вес трактора распределяется на довольно большую поверхность его «гусениц», надетых на колеса. Поэтому на один квадратный сантиметр опоры трактора приходится сравнительно небольшой вес — около сотни граммов, не больше. Напротив, вес лошади и человека распределяется на небольшую площадь копыт или ступней, так что на квадратный их сантиметр приходится у лошади около 1200 г, а у человека — 500 г, то есть гораздо больше, чем у трактора. Даже тяжелый военный танк давит на квадратный сантиметр с силою, лишь немного большею, чем человек: около 600 граммов. Неудивительно, что человек и лошадь вдавливаются в почву глубже, чем гусеничный трактор.

По той же причине не проваливается на рыхлом снегу человек, идущий на лыжах, хотя без лыж он на том же снегу удержаться не может.

Ползком по льду

Если лед на реке или озере ненадежен, опытные люди передвигаются по нему не на ногах, а ползком.

Почему они так делают?

Когда человек ложится, вес его, конечно, не изменяется, но площадь опоры увеличивается, и на каждый квадратный ее сантиметр приходится меньшая нагрузка. Другими словами, давление человека на опору уменьшается.

Теперь понятно, почему по тонкому льду безопаснее передвигаться ползком, — при этом уменьшается давление на лед. Применяют также широкую доску, на которую ложатся при передвижении по тонкому льду.

Какой же груз способен выдержать лед, оставаясь целым? Величина груза, конечно, зависит от толщины льда.

Лед толщиной 4 см выдерживает вес идущего человека.

Интересно, какая толщина льда нужна для устройства на реке или озере катка. Для этого достаточна толщина льда в 10–12 см.

Где разорвется веревочка?

Устройте сооружение, которое вы видите на рисунке. Положите на раскрытые двери палку; к ней прикрепите веревочку с подвязанной посередине тяжелой книгой. Если теперь веревочку дернуть за подвязанную на конце линейку, то где веревочка разорвется: выше книги или ниже ее?

Веревочка может разорваться и выше книги и ниже ее, смотря по тому, как тянуть. От вас самих зависит устроить либо то, либо другое. Если потянуть осторожно, оборвется верхняя часть веревочки; если же рвануть резко, разорвется нижняя часть.

Отчего так происходит? При осторожном натяжении обрывается верхняя часть веревочки, потому что на нее, кроме силы руки, действует еще вес книги; на нижнюю же часть веревочки действует одна лишь сила руки. Иное дело при быстром рывке: за краткий миг, пока длится рывок, книга не успевает получить заметного движения; поэтому верхняя часть веревочки не растягивается, и вся сила приходится на нижнюю часть, которая разрывается, даже если она толще верхней.

Надорванная полоска

Полоска бумаги с ладонь длиной и в палец шириной может представить материал для забавной задачи. Надрежьте или надорвите полоску в двух местах и спросите товарища, что сделается с ней, если тянуть за ее концы в разные стороны.

— Разорвется в местах, где надорвано, — ответит он.

— На сколько частей? — спросите.

Обычно отвечают, что на три части, конечно. Получив такой ответ, предложите товарищу проверить догадку на опыте.

С удивлением убедится он в своей ошибке: полоска разорвется только на две части.

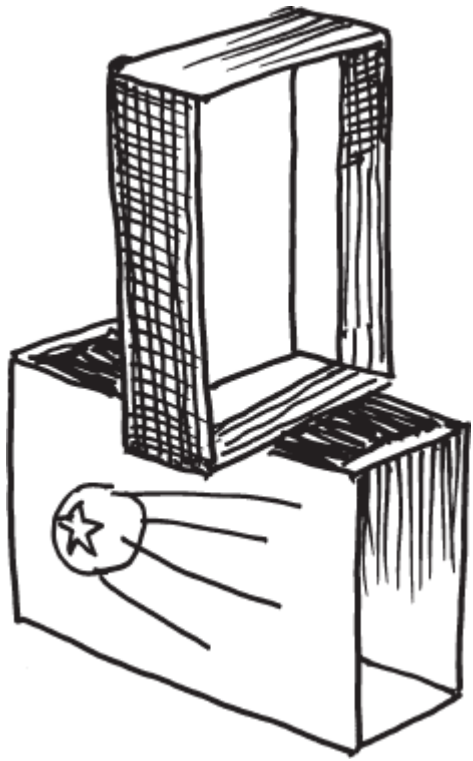
Можно сколько угодно раз проделывать этот опыт, беря полоски различной величины и делая надрывы различной глубины, и никогда не удастся получить больше двух кусков. Полоска рвется там, где она слабее, подтверждая пословицу: «Где тонко, там и рвется». Дело в том, что из двух надрывов или надрезов, как ни стараться их сделать одинаковыми, один неизбежно будет хоть немного глубже другого — пусть незаметно для глаз, но все же глубже. Это место полоски, как самое слабое, начнет рваться первым. А раз начало рваться, дорвется до конца, потому что делается все слабее.

Вы, вероятно, с удовлетворением узнаете, что, проделывая этот пустячный опыт, вы побывали в области серьезной и важной для техники науки, которая называется «сопротивление материалов».

Крепкий спичечный коробок

Что сделается с пустым спичечным коробком, если с размаху ударить по нему кулаком?

Я уверен, из 10 читателей девять скажут, что коробок от такого обращения сломается. Десятый — тот, кто сам проделывал этот опыт или слышал о нем от других, — будет иного мнения: коробок уцелеет.



Опыт надо проделать следующим образом. Поместим обе части пустого коробка одну на другую, как показано на рисунке. По этому сооружению ударим резко и отрывисто кулаком. То, что произойдет, вас удивит: обе части разлетятся в стороны, но, подняв их, вы убедитесь, что каждая целехонька. Коробок сильно пружинит, и это его спасает: он сгибается, но не ломается.

Приблизить дуновением

Положите на стол пустой спичечный коробок и предложите кому-нибудь отодвинуть его от себя дуновением. Это, конечно, будет исполнено без труда. Тогда предложите сделать обратное: дуновением же заставить коробок приблизиться к дующему. При этом выставлять вперед голову, чтобы дунуть на коробок сзади, не разрешается.

Едва ли многие догадаются, как это сделать. Некоторые будут стараться сдвинуть коробок, втягивая в себя воздух, — но, конечно, безуспешно. Секрет все же довольно прост.

В чем он состоит?

Попросите кого-либо поставить руку ребром позади коробки. Начните дуть на руку. Струя воздуха, отразившись от руки, ударит в коробок и увлечет его по направлению к вам.

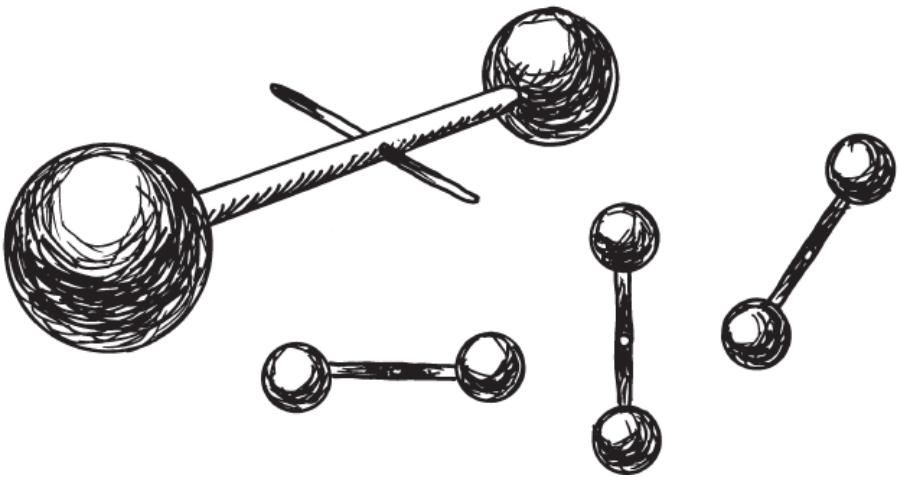
Опыт удается, что называется, «без отказа». Надо только

проделывать его на достаточно гладком столе (хотя бы и неполированном), но, конечно, не покрытом скатертью.

Как установится стержень?

На концах стержня укреплены одинакового веса шары. Строго посередине стержня просверлено отверстие, через которое продета спица. Если стержень закружить вокруг спицы, он сделает несколько оборотов и остановится.

Можете ли вы сказать заранее, в каком положении остановится стержень?



Ошибаются те, которые думают, что стержень остановится непременно в горизонтальном положении. Он может сохранить равновесие в любом положении — горизонтальном, вертикальном и косом, так как он подперт в центре тяжести. Всякое тело, подпертое или подвешенное в центре тяжести, сохраняет равновесие в любом положении.

Поэтому сказать заранее, как установится стержень, когда он перестанет вращаться, невозможно.

Прыжок в вагоне

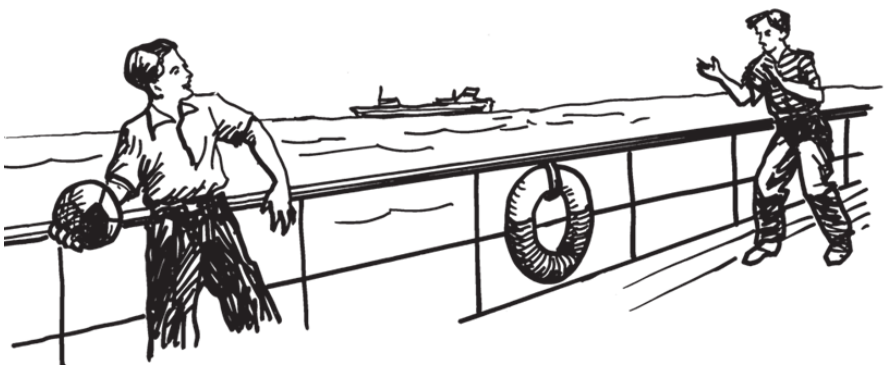
Поезд мчится со скоростью 36 км в час. Находясь в вагоне этого поезда, вы подпрыгнули, и предположим, что вам удалось продержаться в воздухе целую секунду (допущение смелое, потому что для этого надо подскочить больше чем на метр). Когда вы опуститесь на пол, где вы окажетесь: на том же месте, откуда подпрыгнули, или нет? Если на другом месте, то куда ближе — к передней или к задней стенке вагона.

Человек опустится на пол в то самое место, с которого он подпрыгнул. Не надо думать, что, пока он витал в воздухе, пол под ним вместе с вагоном, уносясь вперед, обгонял подпрыгнувшего. Вагон, конечно, мчался вперед, но подпрыгнувший человек тоже переносился вперед по инерции, и притом с одинаковой скоростью: он все время находился как раз над тем местом, с которого прыгнул.

На пароходе

Двое играют в мяч на палубе идущего парохода. Один стоит ближе к корме, другой — ближе к носу. Кому легче добросить мяч до партнера: первому или второму?

Если пароход идет с равномерной скоростью и по прямой линии, обоим играющим одинаково легко добросить мяч до партнера, — совершенно так же, как и на пароходе неподвижном. Не следует думать, что человек, стоящий ближе к носу, удаляется от брошенного мяча, а стоящий ближе к корме движется навстречу мячу. Мяч по инерции имеет скорость движения парохода; скорость парохода сообщается в одинаковой мере и играющим, и летящему мячу. Поэтому движение парохода (равномерное и прямолинейное) ни одному из играющих не даст преимущества перед другим.



Ходьба и бег

Чем бег отличается от ходьбы?

Прежде чем ответить на этот вопрос, вспомните, что бег может быть медленнее, нежели иная ходьба, и что бывает даже бег на месте.

Бег отличается от ходьбы не скоростью движения. При ходьбе наше тело все время соприкасается с землей какой-нибудь точкой ног. При беге же бывают моменты, когда тело наше совершенно отделяется от земли, не соприкасаясь с нею ни в одной точке.

Самоуравновешивающаяся палка

На указательные пальцы расставленных рук положите гладкую палку, как показано на рисунке. Теперь двигайте пальцы навстречу друг другу, пока они не сойдутся вплотную. Странная вещь! Окажется, что в этом окончательном положении палка не опрокидывается, а сохраняет равновесие. Вы проделываете опыт много раз, меняя первоначальное положение пальцев, но результат неизменно тот же: палка оказывается уравновешенной. Заменив палку чертежной линейкой, тростью с набалдашником, бильярдным кием, половой щеткой, вы заметите такую же особенность.

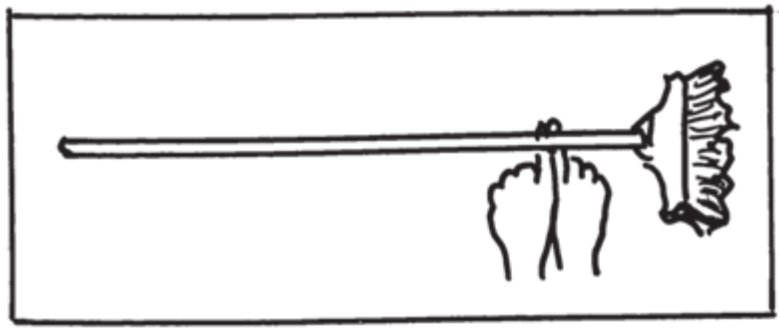
В чем разгадка неожиданного финала?

Прежде всего ясно следующее: раз палка оказывается уравновешенной на примкнутых пальцах, то ясно, что пальцы сошлись под центром тяжести палки (тело остается в равновесии, если отвесная линия, проведенная из центра тяжести, проходит внутри границ опоры).

Когда пальцы раздвинуты, большая нагрузка приходится на

тот палец, который ближе к центру тяжести палки. С давлением растет и трение; палец, более близкий к центру тяжести, испытывает большее трение, чем удаленный. Поэтому близкий к центру тяжести палец не скользит под палкой: двигается всегда лишь тот палец, который дальше от этой точки. Как только двигавшийся палец окажется ближе к центру тяжести, нежели другой, пальцы меняются ролями; такой обмен совершает-ся несколько раз, пока пальцы не сойдутся вплотную. И так как движется каждый раз только один из пальцев, именно тот, который дальше от центра тяжести, то естественно, что в конечном положении оба пальца сходятся под центром тяжести палки.

Прежде, чем с этим опытом покончить, повторите его с половой щеткой и поставьте перед собой такой вопрос: если разрезать щетку в том месте, где она подпирается пальцами, и положить обе части на разные чашки весов, то какая чашка перетянет: с палкой или со щеткой?



Казалось бы, раз обе части щетки уравновешивали одна другую на пальцах, они должны уравновешиваться и на чашках весов. В действительности же чашка со щеткой перетянет. О причине нетрудно догадаться, если принять в расчет, что, когда щетка уравновешивалась на пальцах, силы веса обеих частей приложены были неравным плечам рычага.

Для «Павильона занимательной науки» в Ленинградском парке культуры мной был заказан набор палок с различным положением центра тяжести; палки разнимались на две, обычно неравные, части как раз в том месте, где находился центр

тяжести.

Кладя эти части на весы, посетители с удивлением убеждались, что короткая часть тяжелее длинной.

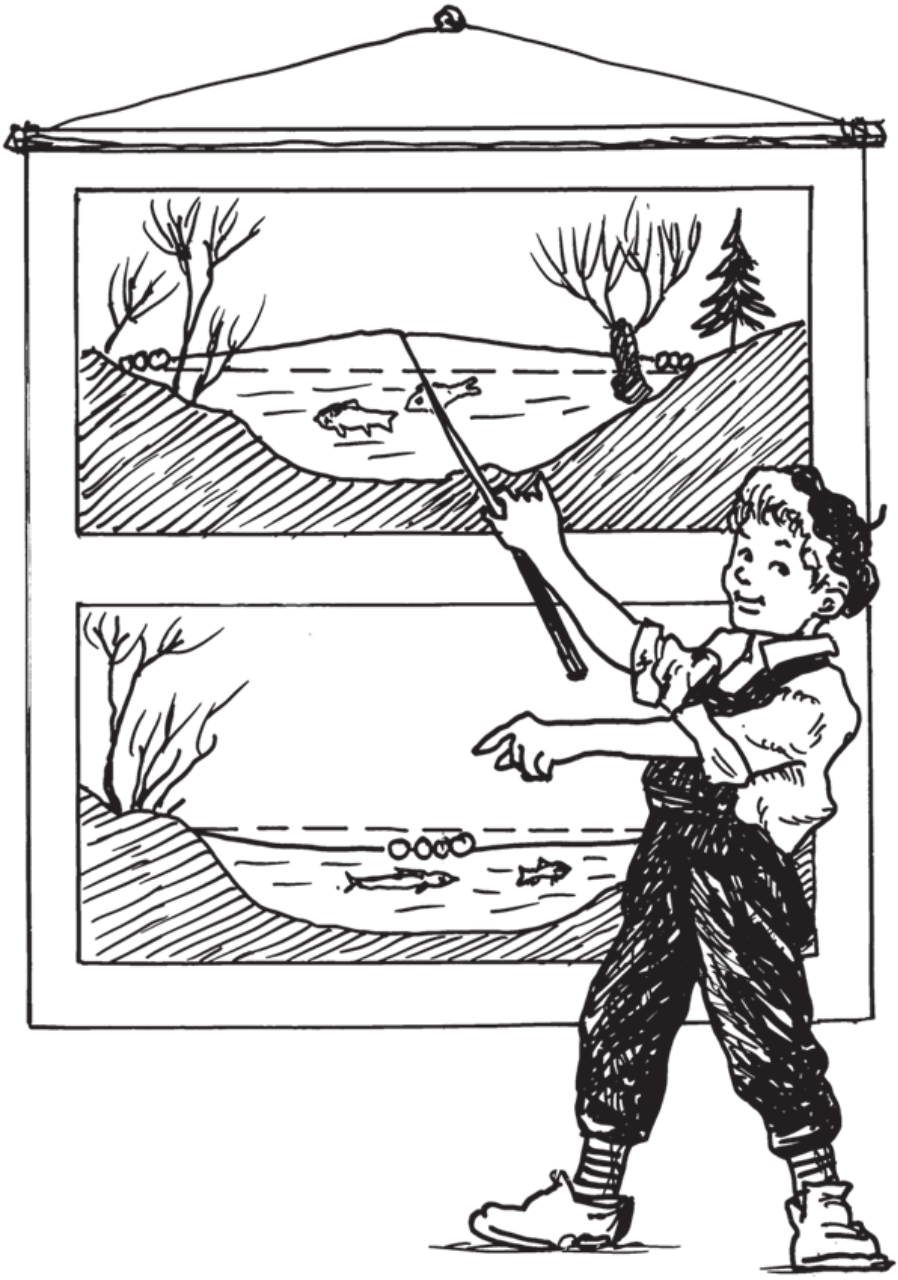
В половодье

В весеннее половодье поверхность рек становится выпуклой — посередине выше, чем у берегов. Если по такой вздувшейся реке плывут россыпью дрова, то поленья соскальзывают к берегам, середина же реки остается свободной. Напротив, в межень, то есть при низком стоянии воды, поверхность реки делается вогнутой — посередине ниже, чем у берегов; и тогда плывущий лес собирается к середине реки.

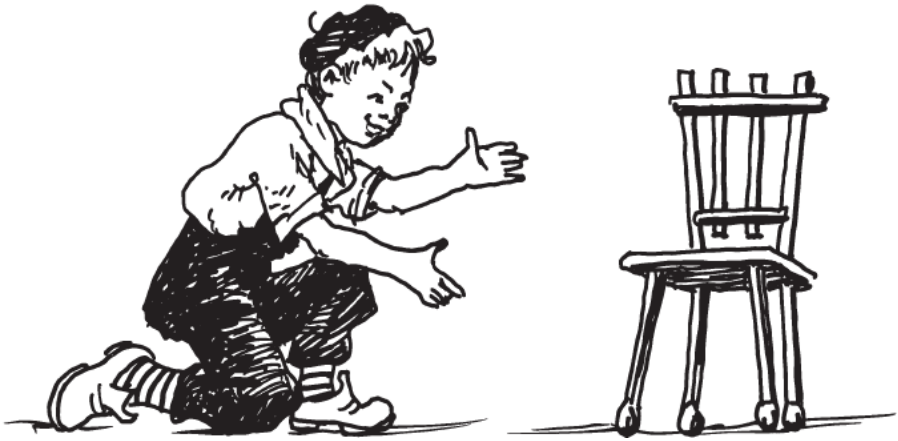
Чем объяснить это?

Почему в половодье река становится выпуклой, а в межень вогнутой?

Причина в том, что посередине реки вода всегда течет быстрее, чем у берегов: трение воды о берега замедляет течение. В половодье вода прибывает с верховья, и притом прибывает вдоль середины реки быстрее, нежели близ берегов, так как скорость течения у середины больше. Понятно, что раз вдоль середины набегает больше воды, то река здесь должна вздуться. Другое дело — в межень, когда вода убывает: из-за более быстрого течения в середине реки вода оттекает оттуда в большем количестве, чем у берегов, — и река становится вогнутой.



Развлечения со спичками

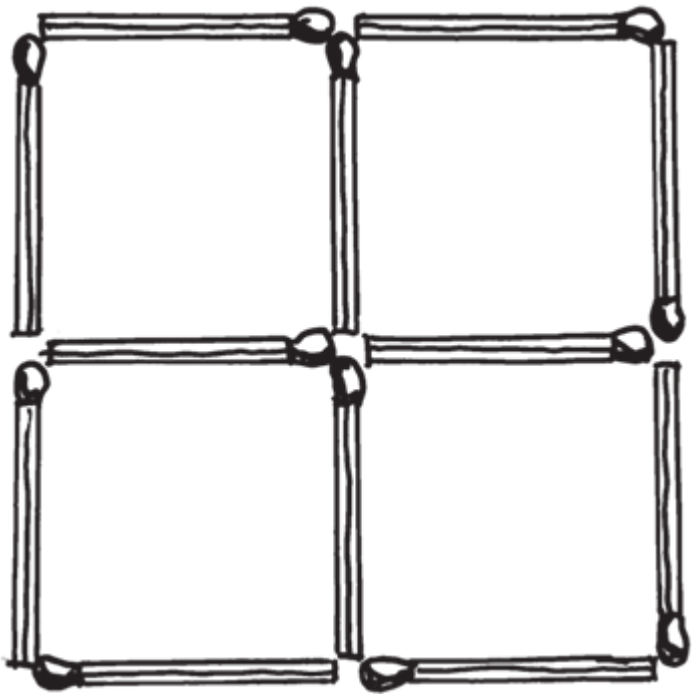


Коробок спичек — своего рода ящик с сюрпризами, заключающий в себе обширный выбор забавных, а подчас и довольно замысловатых задач и головоломок. Вот один из многочисленных образчиков подобных задач. Для начала избираем очень легкую задачку.

Из четырех квадратов три

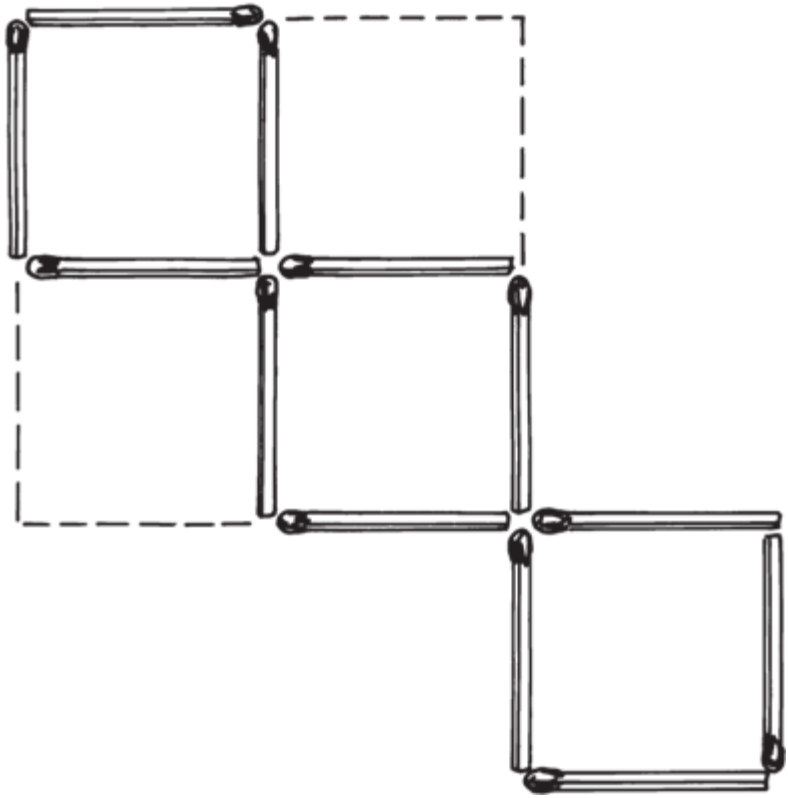
Задача 1-я

Перед вами фигура, составленная из 12 спичек и содержащая четыре равных квадрата. Задача состоит в том, чтобы, переложив четыре спички этой фигуры, получить новую фигуру, состоящую всего из трех квадратов. В новую фигуру должны, значит, входить те же 12 спичек, но иначе расположенные. Переместить нужно непременно четыре спички — не больше и не меньше.



Решение

Решение ясно из прилагаемого рисунка, на котором пунктирными линиями обозначено первоначальное положение спичек.



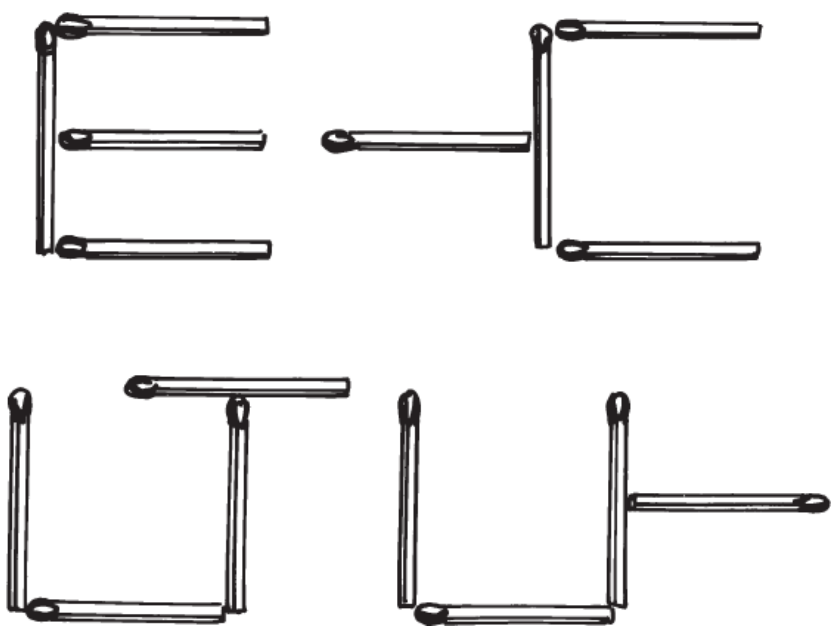
Квадрат из спичек

Задача 2-я

Эта задача замысловатее предыдущей. Возьмите спички и расположите их таким образом, чтобы они образовали четыре прямых угла. Я нарочно не указываю здесь этого первоначального расположения спичек — в его отыскании и заключается суть головоломки. Когда это сделано, переложите одну спичку так, чтобы при новом расположении спички ограничивали квадрат.

Решение

Задачу эту можно решать разнообразными способами, и в этом ее особая занимательность. Вот некоторые варианты перемещения:

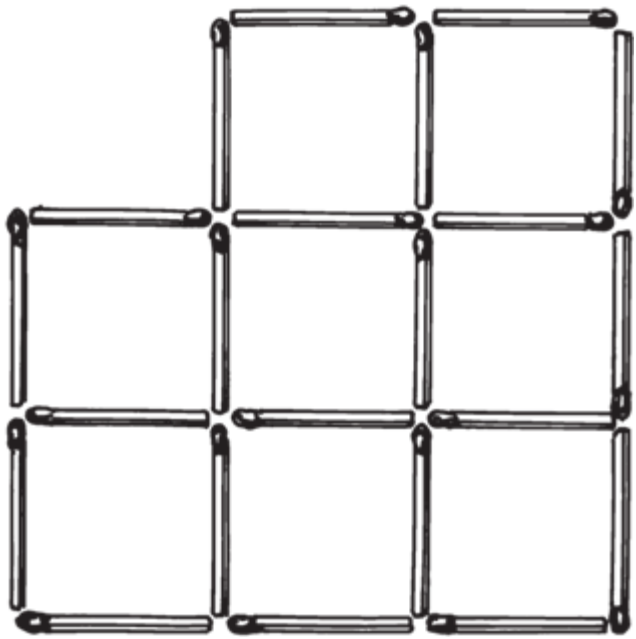


Задача 3-я

а) Переложить две спички так, чтобы получилось семь равных

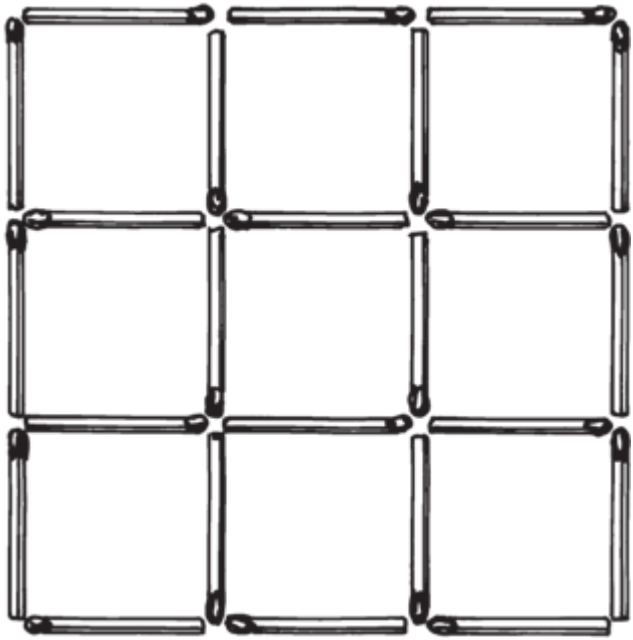
квадратов.

б) Из полученной фигуры вынуть две спички так, чтобы осталось пять квадратов.



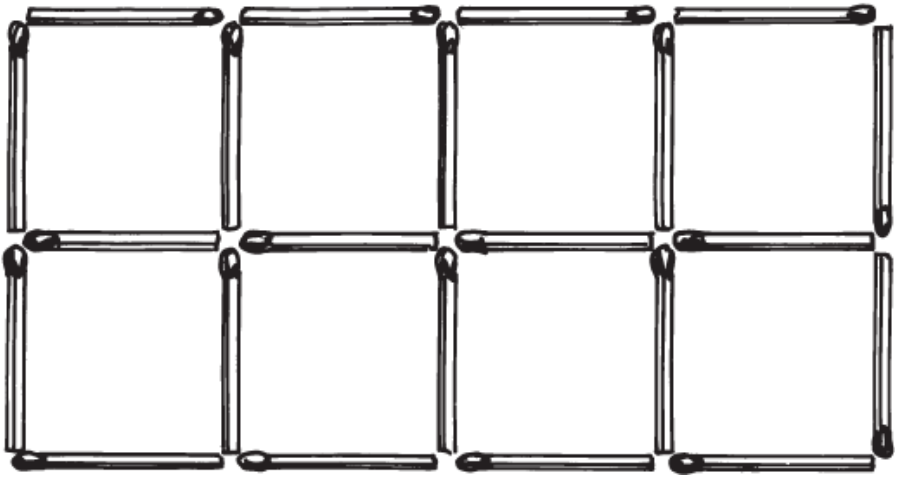
Задача 4-я

Вынуть восемь спичек так, чтобы из оставшихся образовалось четыре равных квадрата (есть два решения).



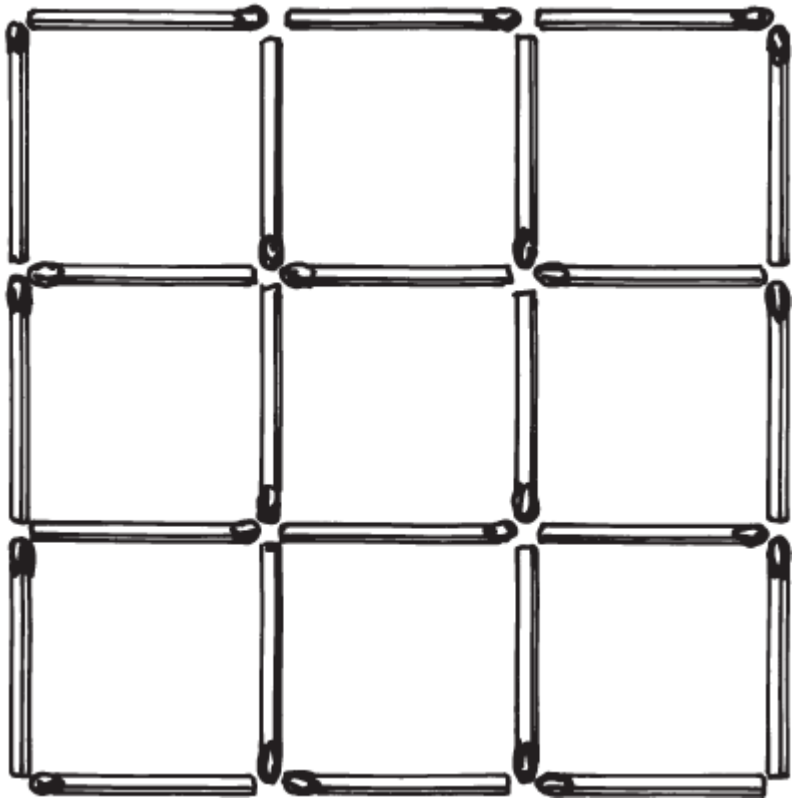
Задача 5-я

Вынуть четыре спички так, чтобы образовалось пять равных или пять неравных квадратов.



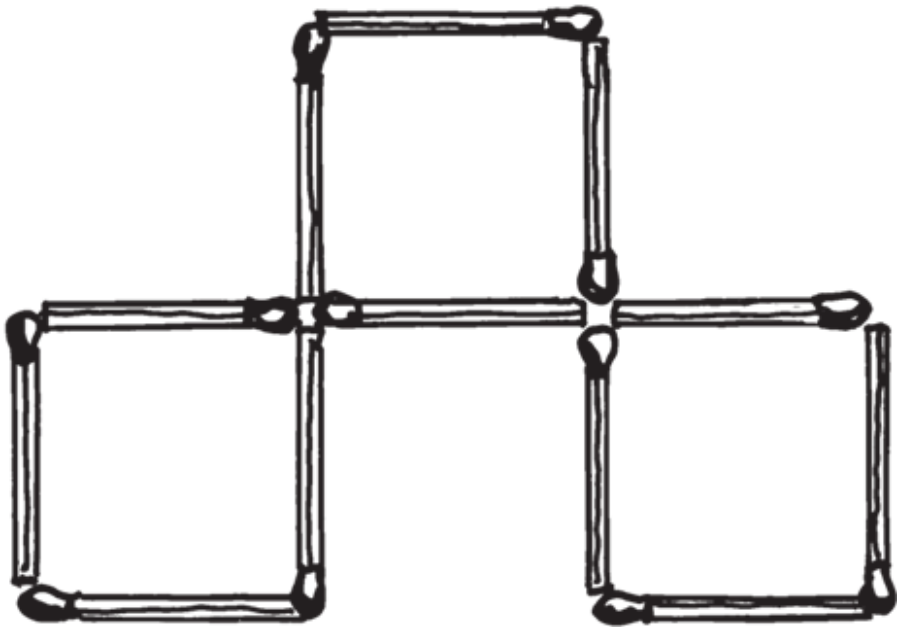
Задача 6-я

Вынуть шесть спичек так, чтобы из оставшихся образовалось три квадрата.



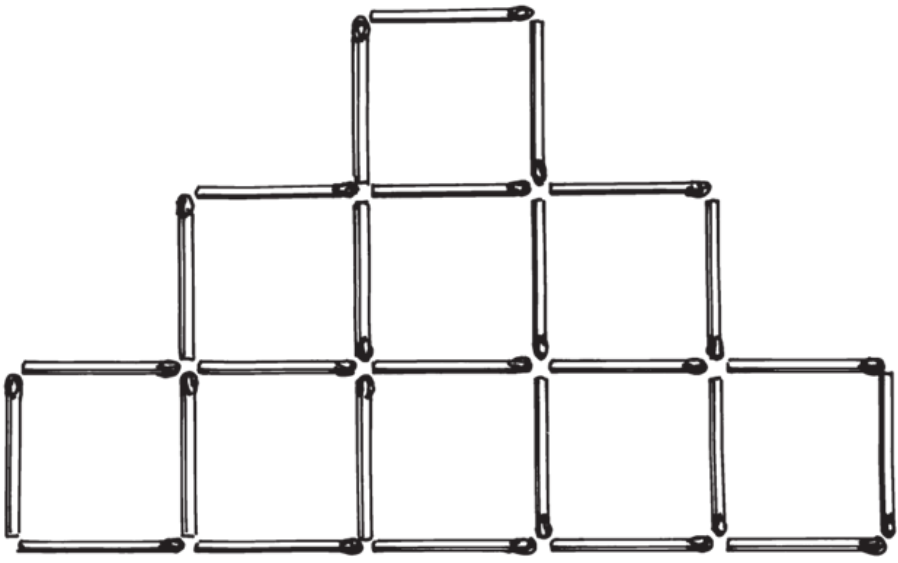
Задача 7-я

Переложить пять спичек так, чтобы получилось два квадрата.



Задача 8-я

Отобрать 10 спичек так, чтобы осталось четыре равных квадрата (есть пять решений).

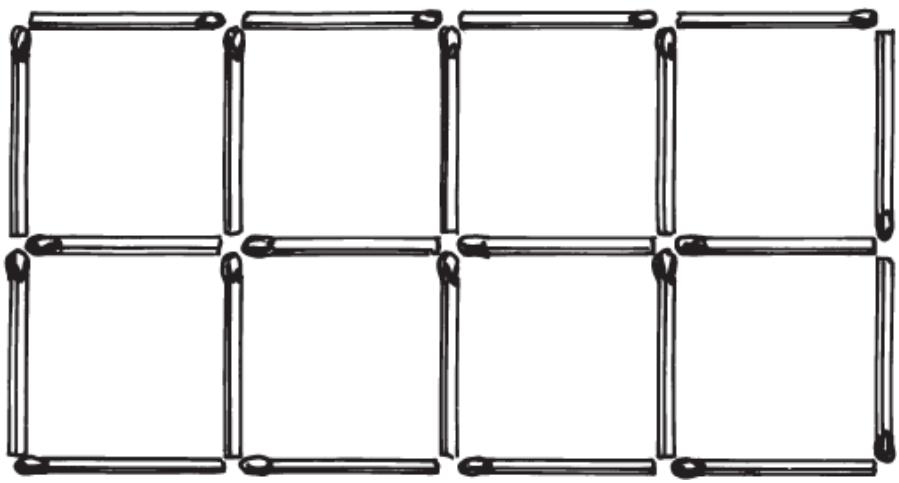


Задача 9-я

Из 12 спичек составить три равных четырехугольника и два равных треугольника.

Задача 10-я

Отобрать шесть спичек так, чтобы осталось четыре равных квадрата.



Задача 11-я

Из положения спичек как на рисунке к предыдущей задаче отобрать семь спичек так, чтобы осталось четыре равных квадрата.

Задача 12-я

Из восемнадцати целых спичек составить пять квадратов.

Задача 13-я

Из 18 спичек составить один треугольник и шесть четырехугольников двух размеров, по три каждого размера.

Задача 14-я

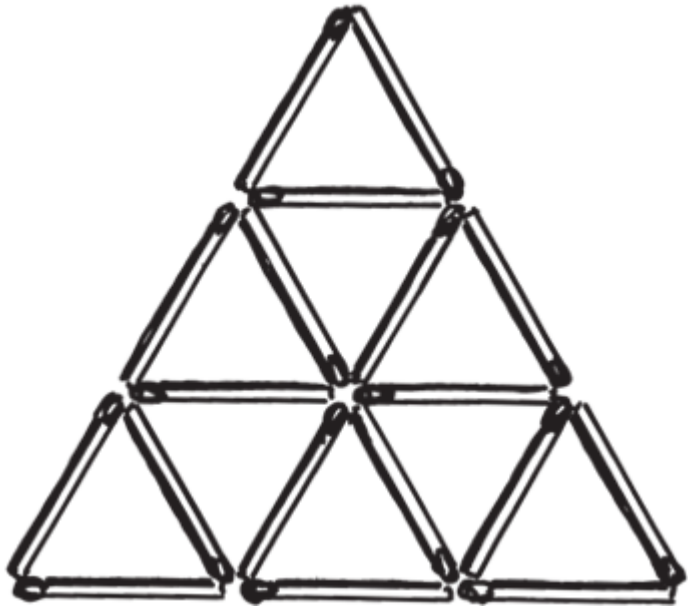
Из 10 спичек составлены три равных четырехугольника. Одна спичка удаляется, а из остальных девяти спичек требуется составить три новых равных четырехугольника.

Задача 15-я

Из 12 спичек составить двенадцатиугольник с прямыми углами.

Задача 16-я

Вынуть пять спичек так, чтобы осталось пять треугольников (есть два решения).

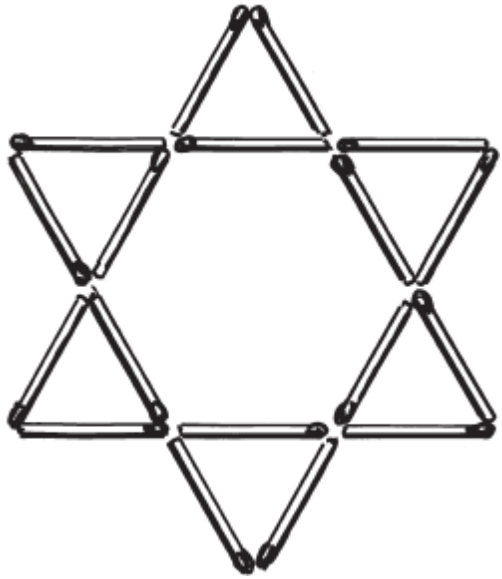


Задача 17-я

Составить из 18 спичек шесть равных четырехугольников и один треугольник, в два раза меньший по площади.

Задача 18-я

Переложить шесть спичек так, чтобы получилось шесть равных, симметрично расположенных четырехугольников.



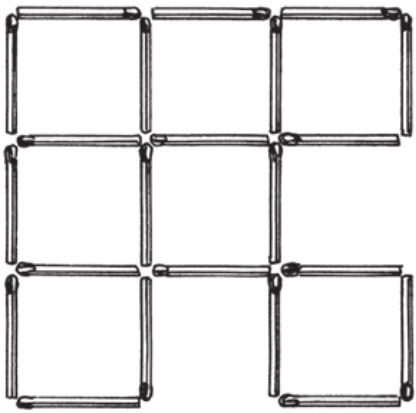
Задача 19-я

Как образовать 10 спичками два правильных пятиугольника и пять равных треугольников?

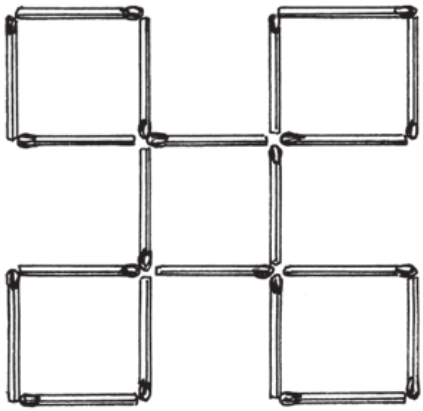
Задача 20-я

Самая замысловатая из задач этого рода — в своем роде знаменитая — спичечная головоломка. Из шести спичек составить четыре одинаковых треугольника, стороны которых равны одной спичке.

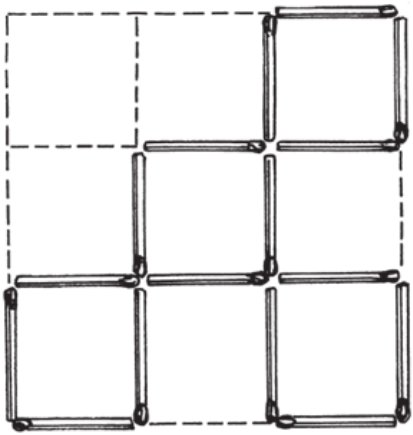
Решение задач 3–20



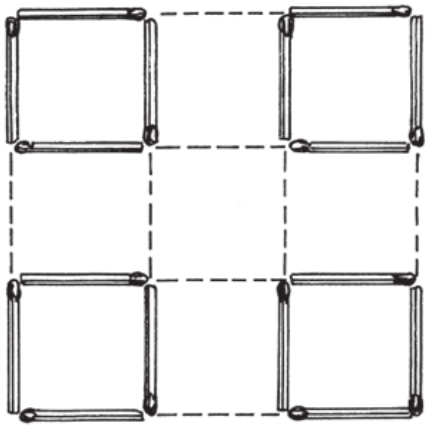
1



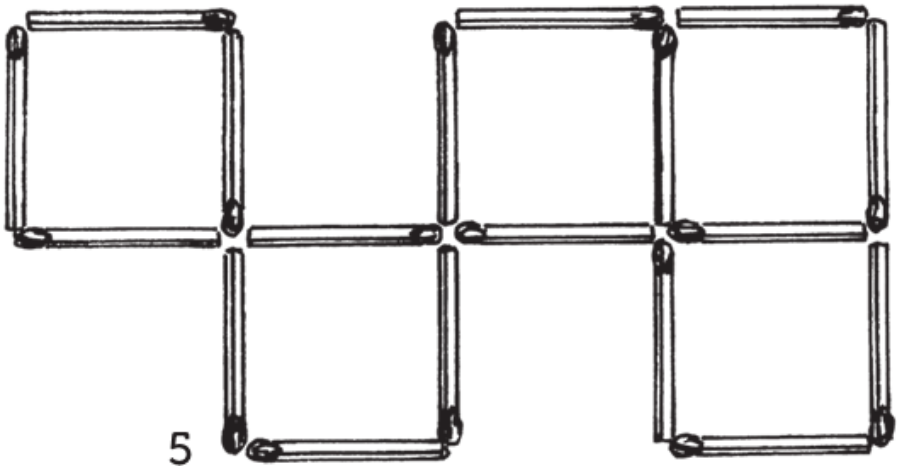
2



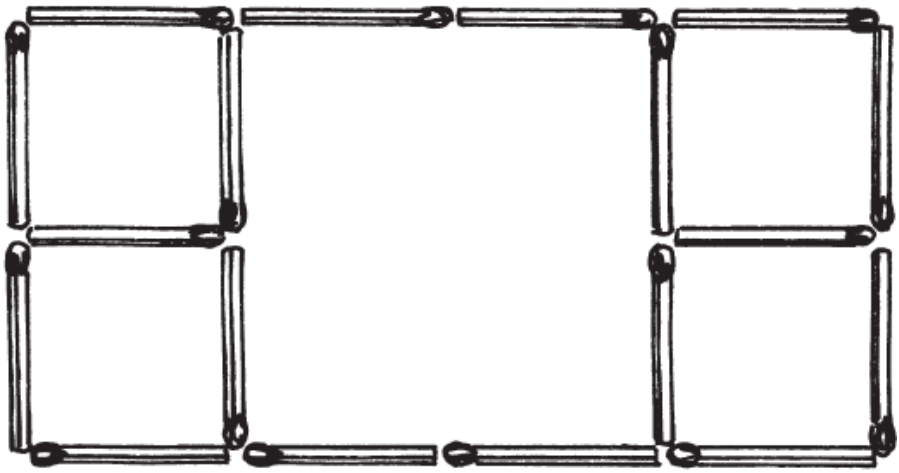
3



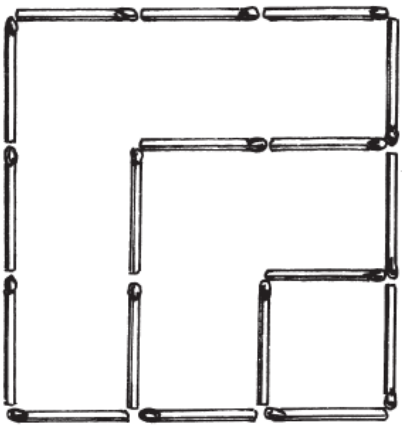
4



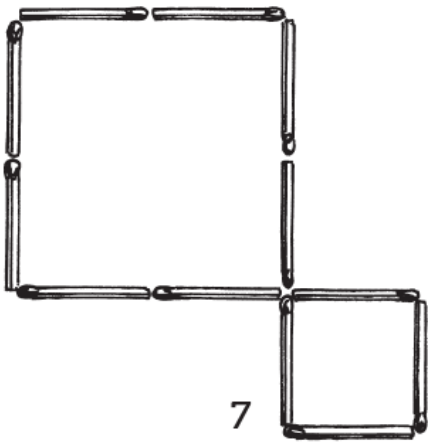
5



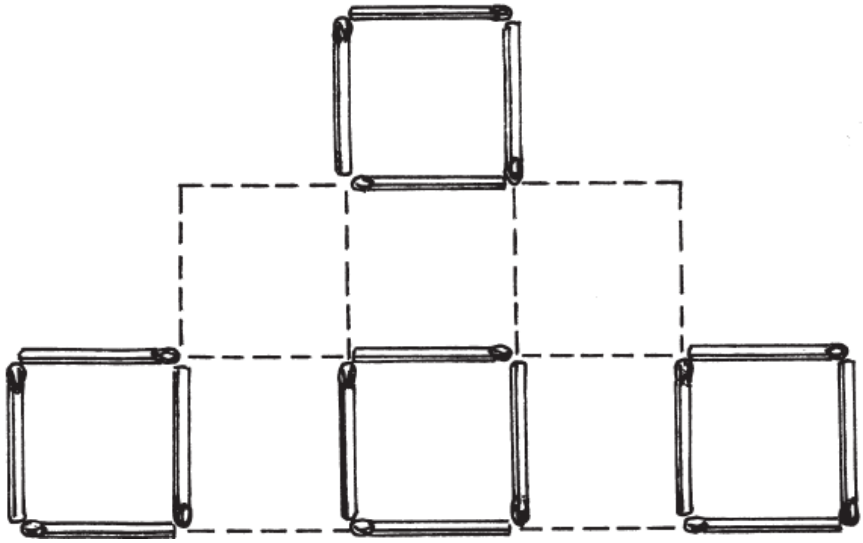
5



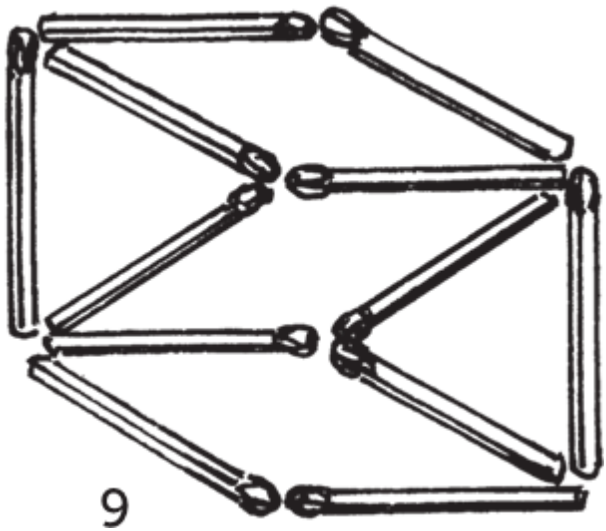
6



7

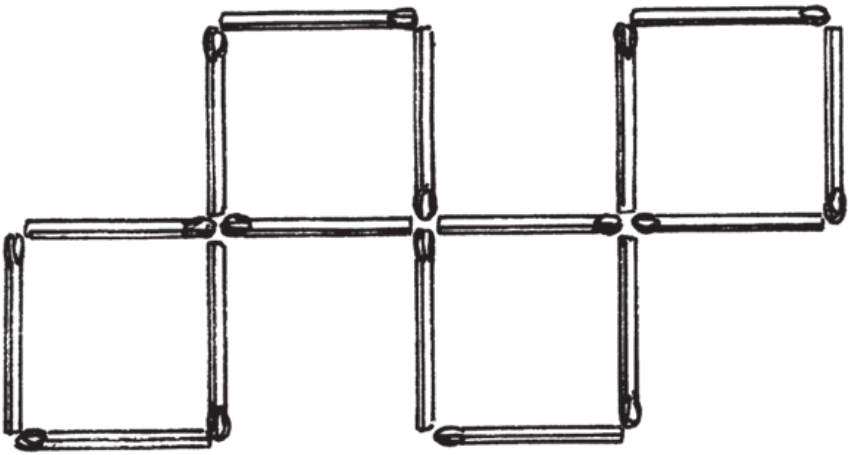


8

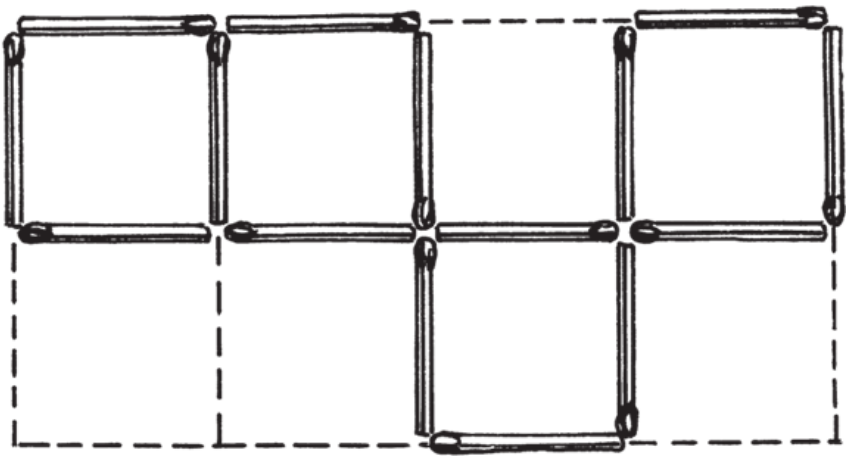


9

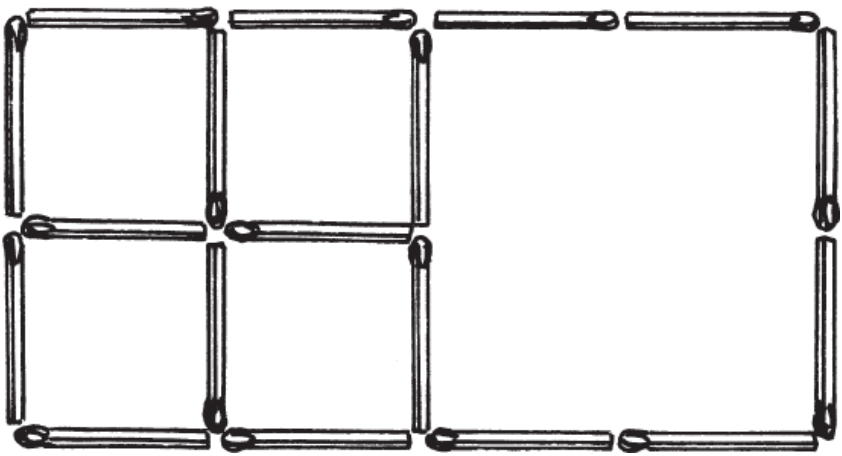
10

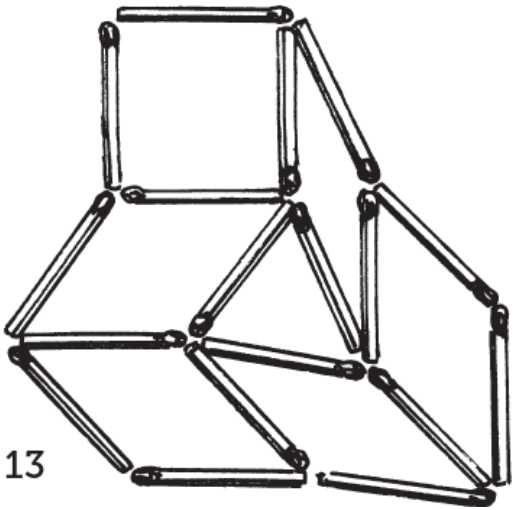


11

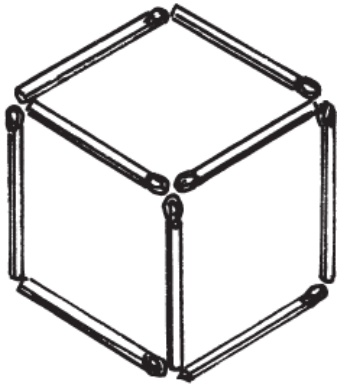


12

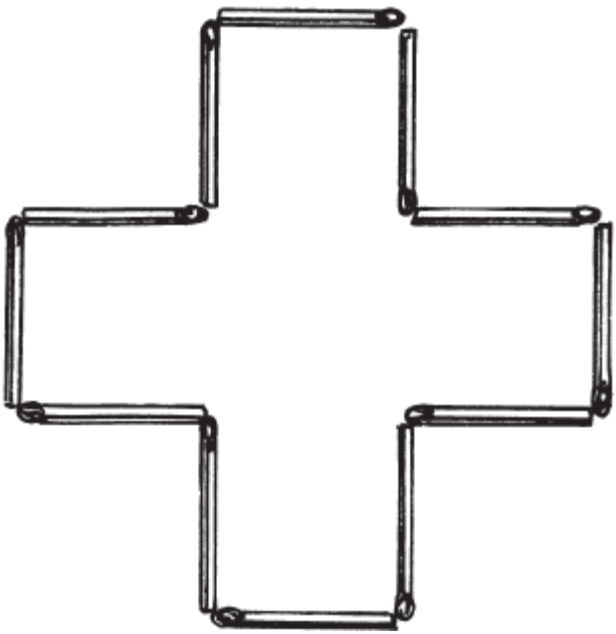




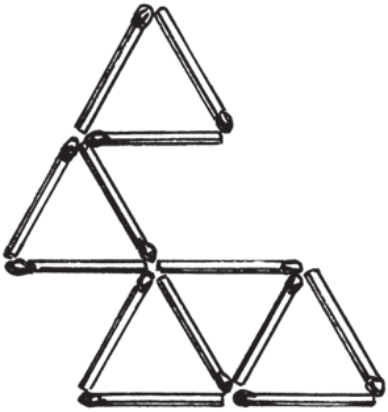
13



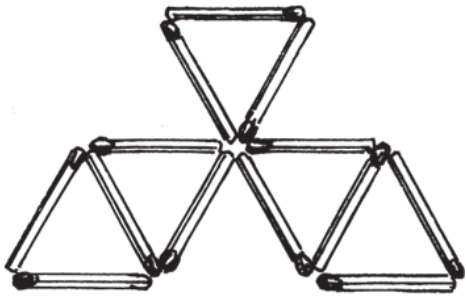
14



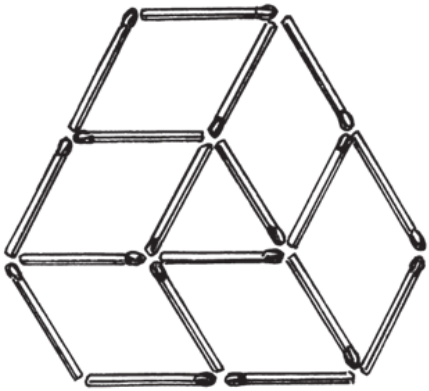
15



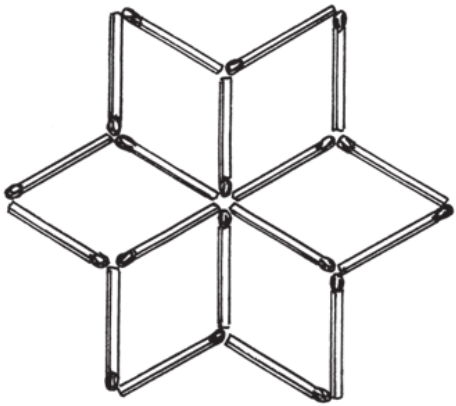
16



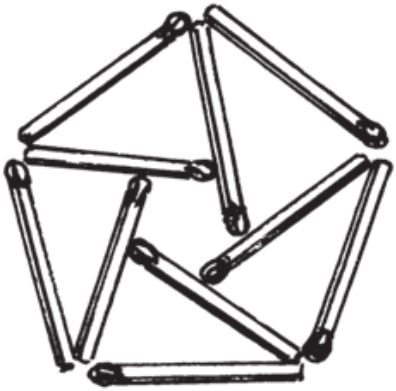
16



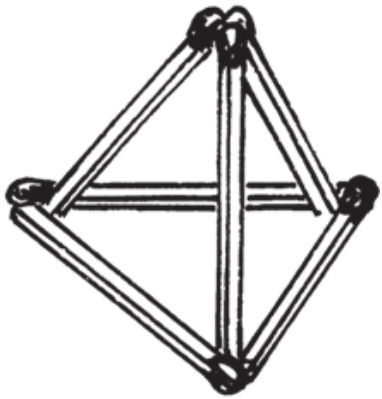
17



18



19

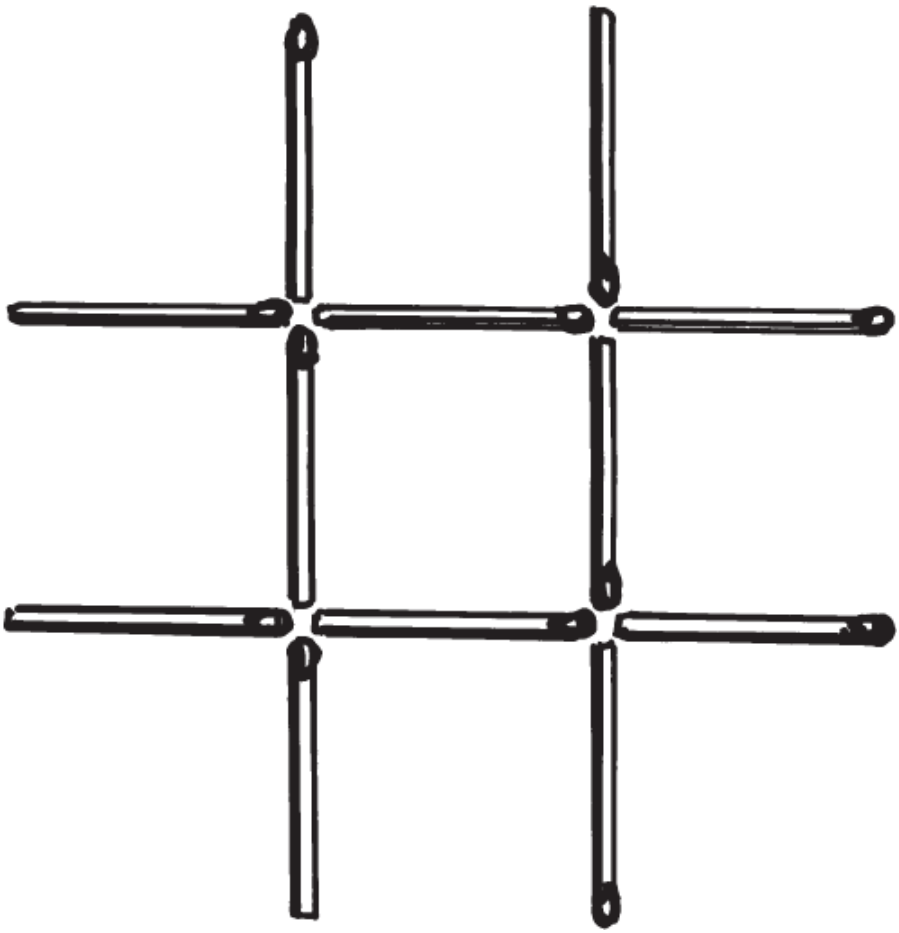


20

Спичечные игры

Ряд из трех спичек

Эта игра представляет собой не что иное, как приспособление к спичкам общеизвестной игры в «нули и крестики». В игре участвуют двое. Выкладывают из спичек фигуру, изображенную на рисунке. Затем играющие кладут по очереди в одну из девяти клеток этой фигуры по спичке. Один кладет спички головками вверх, другой — головками вниз. Выигравшим считается тот, кто первый закончит прямой или косой (диагональный) ряд из трех своих спичек.



Переправа

С помощью спичек очень удобно разбирать старинные задачи-игры с переправами. Вот один из примеров.

Отец, мать и двое детей подошли к реке. С помощью спичек мы изобразим это так: отец — целая спичка головкой вверх; мать — целая спичка головкой вниз; дети — две половинки спичек; река — два параллельных ряда спичек. У берега стоит лодка (спичечный коробок). Лодка может поднять либо только одного взрослого, либо же двоих детей. Как могут все они переправиться на другой берег?

Решение

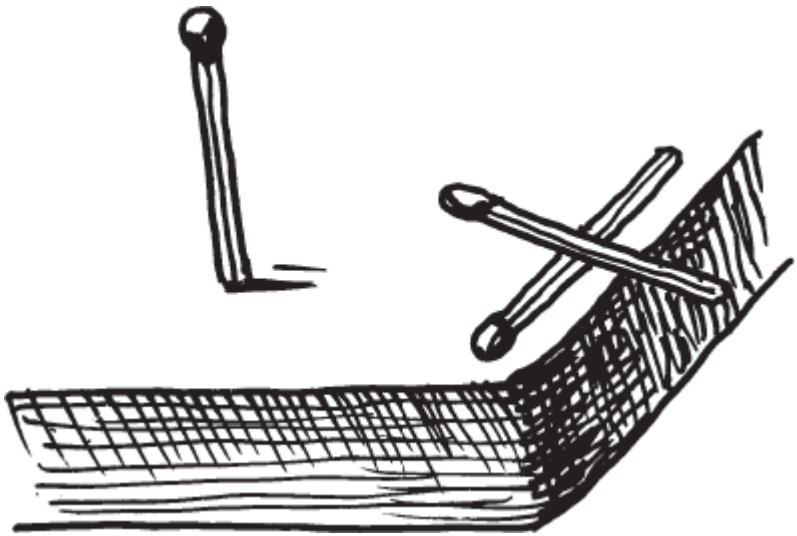
Ряд последовательных переправ, необходимых для того, чтобы всем очутиться на противоположном берегу, показан в табличке.

Переправляются туда:	Возвращаются:
Двое детей	Один ребенок
Один взрослый	Один ребенок
Двое детей	Один ребенок
Один взрослый	Один ребенок
Двое детей	

В результате девяти переправ все четверо окажутся на другом берегу.

Спичечная свайка

Расщепленную на конце спичку поставьте на стол (как показано на рисунке) недалеко от края, а на самый край положите спичку, чтобы она немного выступала за край. Теперь подбросьте лежащую спичку щелчком так, чтобы она опрокинула стоящую.



Игра гораздо интереснее, если поставить на стол несколько спичек, отметив их бумажками и обозначив различным числом очков, как при игре в кегли. Участвуют в этой игре двое или трое.

Чет или нечет?

Обычная игра в «чет или нечет» общеизвестна. Но вот любопытное видоизменение этой игры. Вы зажимаете в руке некоторое число спичек, а ваш партнер должен отгадать, четное ли это число или нечетное, причем он не произносит ничего вслух, а молча кладет на вашу руку в первом случае две спички, во втором — одну спичку. Эти спички присоединяются к тем, которые были в руке, и затем подсчетом всех этих спичек проверяют, четное или нечетное число спичек оказалось в вашей руке. При таком способе игры спрашивающий имеет возможность играть без проигрыша. Что он должен для этого сделать?

Решение

Спрашивающий должен брать всегда нечетное число спичек. Этим он обеспечивает своему партнеру проигрыш во всяком случае — положит ли тот две или одну спичку. Действительно:

нечетное число + 1 = четному числу,
нечетное число + 2 = нечетному числу,

то есть в обоих случаях получится противоположное тому, что было указано партнером.

«Игра в 20»

В этой игре участвуют двое. На стол кладется кучка из 20 спичек, и играющие, один после другого, берут из этой кучки не более трех спичек каждый. Проиграет тот, кто берет последнюю, и, значит, выигрывает тот, кто оставляет противнику всего одну спичку.

Как должны вы начать игру и вести ее дальше, чтобы наверняка выиграть?

Решение

Желая выиграть, вы должны начать с того, что берете три спички. Из оставшихся 17 противник ваш может взять одну, две или три спички, по своему желанию, оставив в кучке 16, 15 или 14 спичек. Сколько бы он ни взял, вы следующим ходом (беря три, две или одну спичку) оставляете ему 13 спичек. Дальнейшими ходами вы должны оставить в кучке последовательно девять, пять и, наконец, одну спичку, то есть выигрываете.

Говоря короче: вы берете в начале игры три спички, а в дальнейшем каждый раз столько, чтобы ваша взятка вместе с предыдущей взяткой партнера составляла четыре спички.

Этот план игры найден следующим рассуждением: вы всегда сможете оставить противнику одну спичку, если предыдущим ходом оставили ему пять (тогда, сколько бы он ни взял — три, две, одну, — останется две, три, четыре, то есть благоприятное для вас число спичек); но, чтобы иметь возможность оставить пять, вы должны предыдущим ходом оставить девять, и т. д. Так, «пятясь назад», легко рассчитать все ходы.

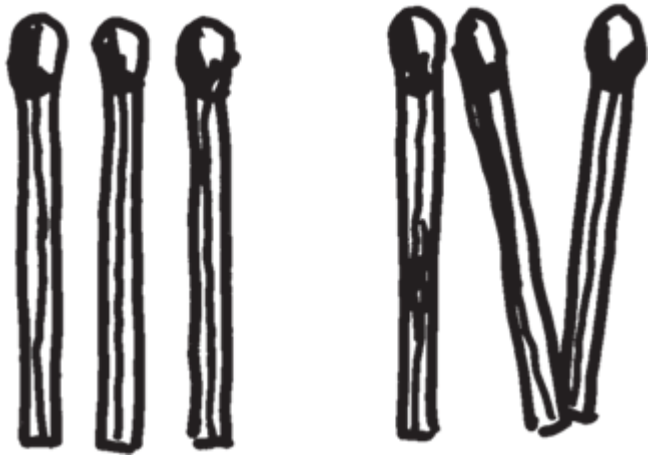
Немного арифметики на спичках

Из трех — четыре

Это задача-шутка, довольно забавная. На столе лежат три спички. Не прибавляя и не ломая ни одной спички, сделайте из этих трех спичек четыре.

Решение

Вы делаете «четыре» — просто четыре, а не четыре спички — следующим образом:



Таким же незамысловатым, но для многих неожиданным способом вы могли бы сделать из трех спичек шесть (VI), из четырех — семь (VII) и так далее.

Вот еще образчик задачи-шутки подобного же рода:

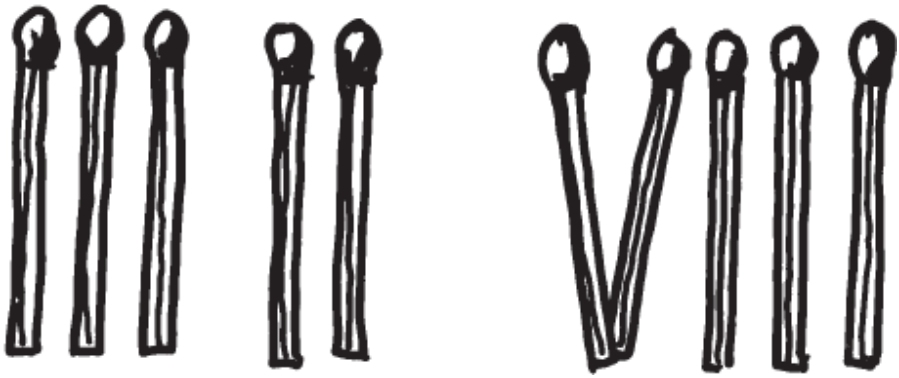
$$3+2 = 8!$$

На столе лежат три спички. Прибавим к ним еще две — и получите… восемь!

Решение

И здесь выручает римская нумерация. Вот ответ: III + II = VIII.

$$3 + 2 = 8$$



Три кучки спичек

На столе лежат 48 спичек, распределенных по трем кучкам. Сколько спичек в каждой кучке, вы не знаете. Зато вы знаете следующее: когда из первой кучки переложили во вторую столько, сколько в этой третьей имелось, и, наконец, из третьей в первую столько, сколько в этот момент в кучке имелось, то во всех трех кучках оказалось спичек поровну.

Можете ли вы сказать, сколько спичек было в каждой кучке первоначально?

Решение

Задачу нужно решать с конца. Нам говорят, что после всех перекладываний число спичек в кучках оказалось одинаковым. Так как от этих перекладываний общее число спичек во всех трех кучках не изменилось и, значит, осталось прежнее (48), то в каждой кучке после трех перекладываний оказалось по 16 спичек. Следовательно, к концу имеем:

первая кучка	вторая кучка	третья кучка
16	16	16

Непосредственно перед этим в первую кучку было прибавлено столько, сколько в ней имелось, то есть число спичек в ней было удвоено. Значит, до последнего перекладывания в первой кучке было не 16, а восемь спичек; в третьей же кучке, откуда эти восемь спичек были взяты, имелось $16 + 8 = 24$.

Теперь у нас такое распределение спичек:

первая кучка	вторая кучка	третья кучка
8	16	24

Далее, мы знаем, что перед этим из второй кучки было переложено в третью столько спичек, сколько имелось в третьей кучке. Значит, 24 — это удвоенное число спичек, бывших в третьей кучке до второго перекладывания. Отсюда узнаем распределение спичек после первого перекладывания:

первая кучка	вторая кучка	третья кучка
8	28	12

Легко сообразить, что раньше первого перекладывания, то есть до того, как из первой кучки было переложено во вторую столько спичек, сколько в этой второй имелось, распределение спичек было такое:

первая кучка	вторая кучка	третья кучка
22	14	12

Это и есть первоначальное распределение спичек по кучкам. Нетрудно убедиться, проделав требуемые задачей переложения, что ответ верен.

Немного геометрии на спичках

Горизонтально и вертикально

Попросите товарища положить на стол спичку горизонтально. Он положит, разумеется, так:

Затем попросите его положить возле первой спички вторую спичку вертикально. Сделает он это примерно так:

Товарищ ваш и не подозревает, что вы его «поддели». Боюсь, что вы и сами этого не подозреваете.

Ведь задача-то решена неверно!

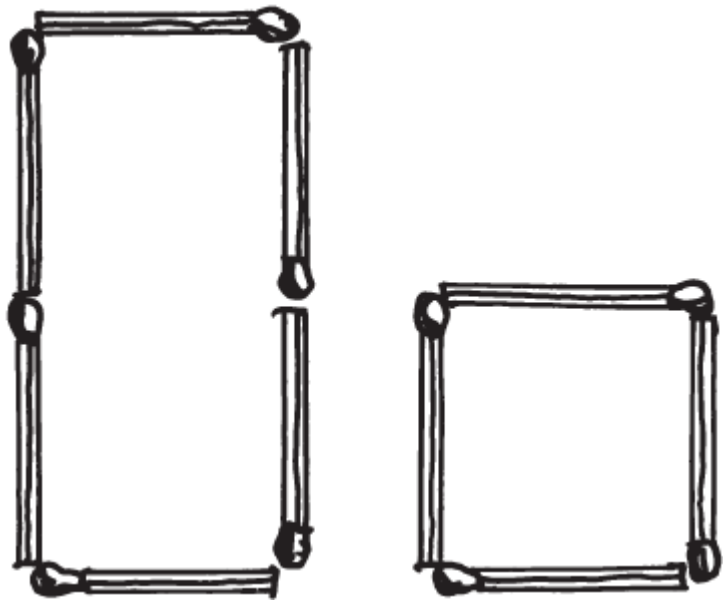
Решение

Обе спички горизонтальны! Вы удивлены? Но подумайте: спичка, лежащая на горизонтальной поверхности стола, может ли иметь вертикальное направление? Вертикальное направление — это направление сверху вниз, к земле (точнее, к центру земного шара), а как бы вы ни положили спичку на стол, она не будет направлена к земле.

99 человек из 100 делают эту ошибку, не исключая даже и иных математиков. Едва ли ваш товарищ будет тот сотый, который не попадет впросак.

Два четырехугольника

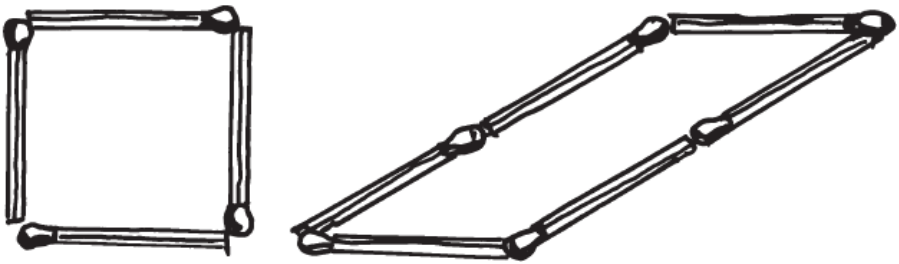
На рисунке изображен четырехугольник из шести спичек, площадь которого вдвое больше площади квадрата со стороной, равной одной спичке. Так как длина спички вам известна — 5 см, — то вы легко определите площадь вашего четырехугольника в сантиметрах: 5 × 10 = 50 кв. см. Задача состоит в следующем: не изменяя длины обвода этого четырехугольника, изменить форму его так, чтобы площадь уменьшалась вдвое, то есть равнялась 25 см. Как это сделать?



Пусть читатель обратит внимание на то, что речь идет о составлении четырехугольной фигуры (а не непременно прямоугольной): углы новой фигуры не обязательно должны быть прямые.

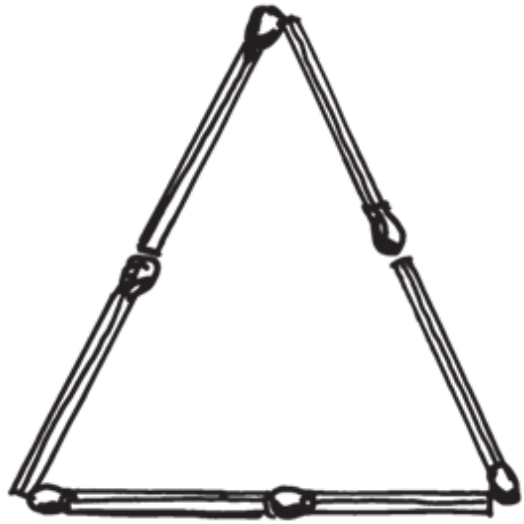
Решение

Надо из шести спичек сложить параллелограмм так, чтобы его высота равнялась одной спичке. Такой параллелограмм, имеющий одинаковые основание и высоту с квадратом, должен иметь и одинаковую с ним площадь.



Что больше?

Из шести спичек сложены прямоугольник и равносторонний треугольник. Обводы этих фигур, конечно, одинаковы. А у какой больше площадь?



Решение

Чтобы решить эту задачу, надо знать, как вычисляется площадь треугольника: умножают длину основания на высоту и полученное произведение делят пополам, или — что то же самое — умножают половину основания на высоту. В нашем треугольнике половина основания равна одной спичке, то есть основанию прямоугольника. Если бы высоты этих фигур были одинаковы, то обе фигуры имели бы равные площади. Но легко видеть, что высота треугольника меньше двух спичек, то есть меньше высоты прямоугольника. Значит, и площадь треугольника меньше площади прямоугольника.

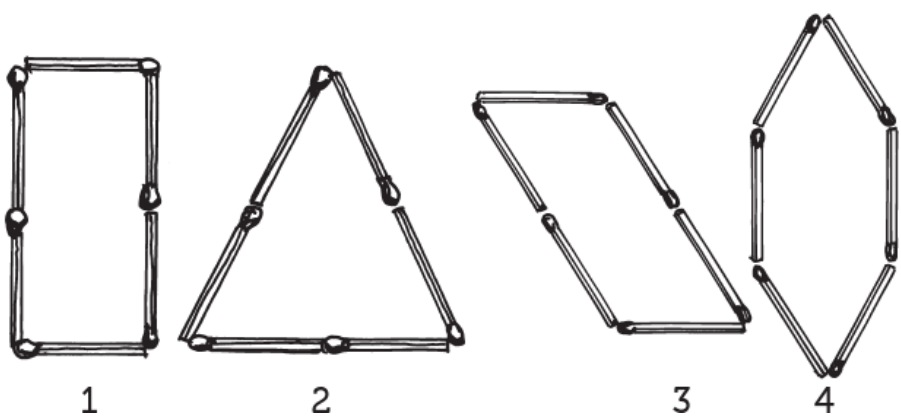
Фигура с наибольшей площадью

Сейчас мы составили из шести спичек прямоугольник и равносторонний треугольник. Но из того же числа спичек можно составить еще и другие фигуры, имеющие одинаковый обвод. Некоторые из них изображены на рисунке ниже.

Площади всех этих фигур различны. Спрашивается, у какой же из них площадь наибольшая?

Решение

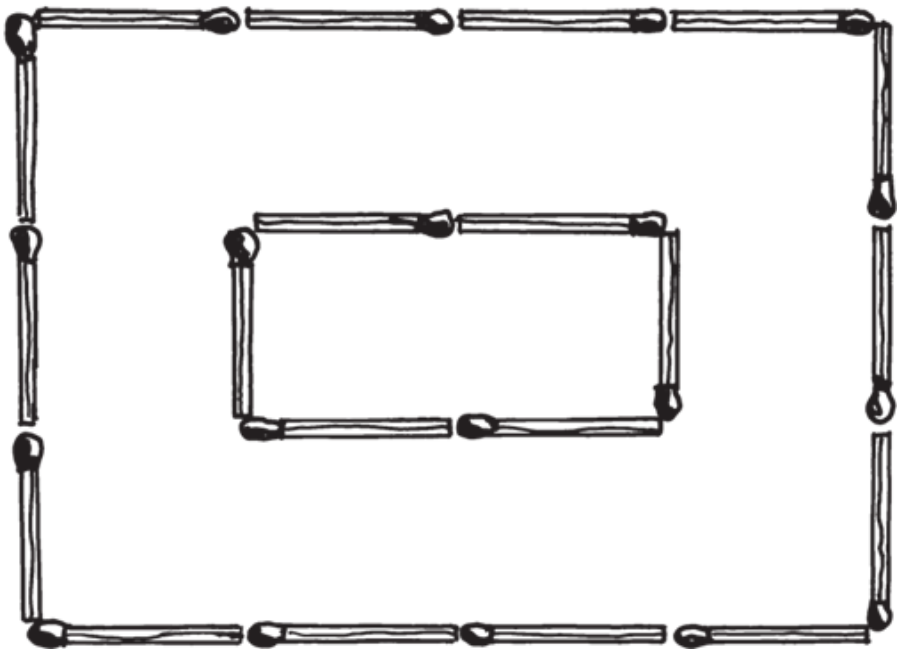
Мы уже знаем, что площадь фигуры 1 больше площади фигуры 2. Легко сообразить, что она больше также и площади фигуры 3 (сравните их высоты!). Остается, следовательно, сравнить по величине площади фигур 1, 4 и 5. Мы можем рассматривать все три фигуры как шестиугольники с равными сторонами (у фигуры 1 два угла выпрямлены). В курсах геометрии доказывается, что из всех многоугольников с одинаковым числом сторон и одинаковым обводом наибольшую площадь имеет многоугольник правильный, то есть такой, у которого равны не только стороны, но и углы. Этому условию удовлетворяет фигура 5; она, следовательно, и имеет наибольшую площадь, какую можно ограничить шестью спичками.



5

Мост из двух спичек

На рисунке вы видите остров, окруженный каналом. Ширина канала как раз равна длине одной спички, так что перебросить мостик через канал с помощью одной спички нельзя: невозможно опереться концами о берега канала.



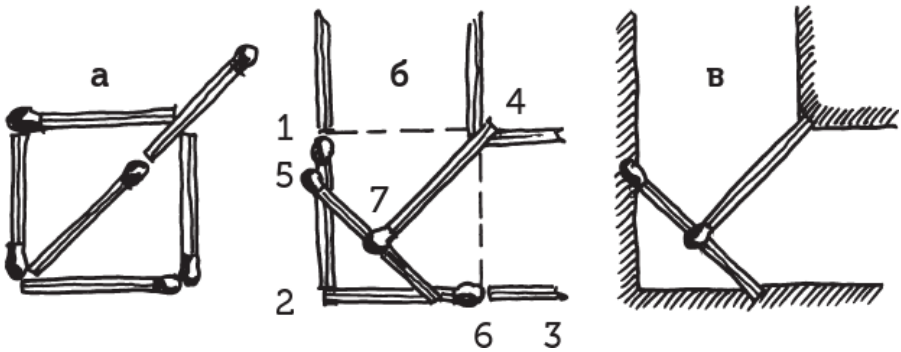
Не удастся ли вам перекинуть мост через канаву с помощью двух спичек? Помните, однако, что склеивать или связывать эти две спички не полагается.

Решение

Решение этой задачи основано на том, что длина линии, соединяющей противоположные углы квадрата (так называемая диагональ), меньше длины 1,5 спичек (рисунок *а*).

Зная это, мы можем построить требуемый мост так, как показано на рисунке б, то есть одну спичку кладем в положение 5–6, а другую — в положение 7–4. Расстояние 2–7, очевидно, равно расстоянию 5–7; расстояние 2–4, то есть диагональ квадрата, меньше длины 1,5 спичек; а так как расстояние 2–7 равно половине спички, то пролет 7–4 короче длины спички.

Отсюда и вытекает возможность сооружения нашего моста.



Задача эта может оказаться и практически полезной в том случае, когда, имея даже две одинаковые жерди, нужно перебросить (не связывая их между собой) мост через канаву, ширина которой как раз равна или даже чуть больше длины одинаковой жерди. Возможно это, впрочем, только в том месте канавы, где она поворачивает под прямым углом (рисунок *в*).

Витрина магазина

В витринах магазина нередко выставляются ради рекламы огромные спичечные коробки, по фасону совершенно подобные обыкновенным; а внутри коробки видны столь же чудовищные спички. Предположим, что такой коробок в 10 раз длиннее обыкновенного. Спрашивается:

1) Сколько весит одна исполинская спичка, принимая вес обыкновенной спички в 1/10 г?

2) Сколько спичек обыкновенного размера мог бы вместить один коробок-великан?

Ответ, что спичка весит $1/10 \times 10$, то есть всего 1 г, конечно, явно несообразен: ведь это чуть не настоящее полено — правда, всего в 2 см толщины, зато в 1/2 м длины!

Так же несообразно допустить, что в огромном коробке всего вдесятеро больше спичек, чем в обыкновенном, то есть столько, сколько в 10 коробках. 10 выложенных в ряд коробков не похожи на тот внушительный ящик, который выставлен в витрине.

Каковы же правильные ответы?

Решение

Огромная спичка не только в 10 раз длиннее обыкновенной, но и в 10 раз толще и шире; следовательно, она превышает обыкновенную спичку по объему в $10 \times 10 \times 10$, то есть в 1000 раз. Отсюда определяем вес ее: $1/10 \times 1000 = 100$ г.

Точно так же коробок-великан вместительнее обыкновенного в 1000 раз, и, значит, в него может войти около 50 тысяч обыкновенных спичек.

Задачи из путешествий Гулливера

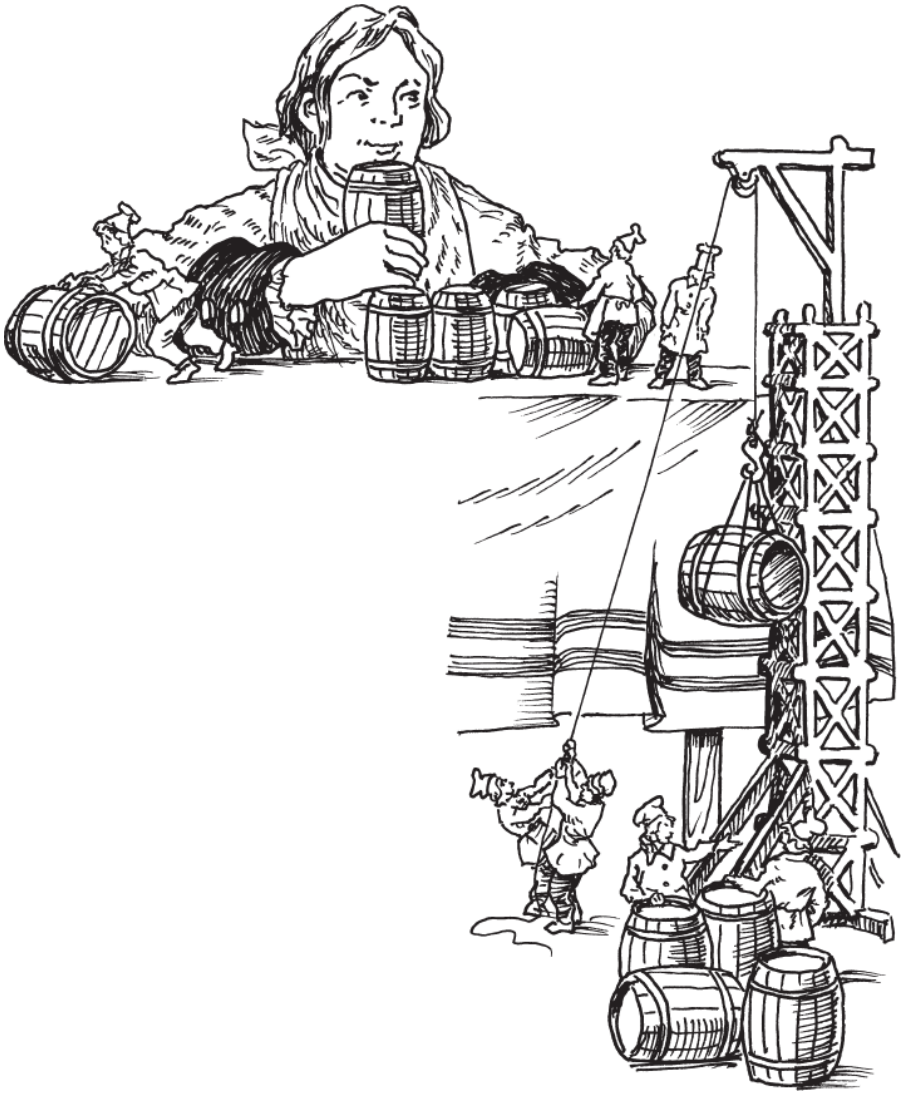
Самые удивительные страницы в «Путешествиях Гулливера по многим отдаленным странам» — без сомнения, те, где описаны его необычайные приключения в стране крошечных лилипутов и в стране великанов «бробдиньягов». В стране лилипутов размеры — высота, ширина, толщина — всех людей, животных, растений и вещей были в 12 раз меньше, чем у нас. В стране великанов, наоборот, — в 12 раз больше. Почему автор «Путешествий» избрал именно число 12, легко понять, если вспомнить, что это как раз отношение фута к дюйму (автор «Путешествий» — англичанин). В 12 раз меньше, в 12 раз больше — как будто не очень значительное уменьшение или увеличение. Однако отличие природы и жизни в этих фантастических странах от тех, к каким мы привыкли, оказалось поразительным. Зачастую различие это настолько озадачивает своей неожиданностью, что дает материал для головоломной задачи. Десяток подобных головоломок мы и хотим здесь предложить читателям.

Задача № 1
Паек и обед Гулливера

Лилипуты, — читаем мы в «Путешествиях», — установили для Гулливера следующую норму отпуска пищевых продуктов:

«Ему будет ежедневно выдаваться паек съестных припасов и напитков, достаточный для прокормления 1724 подданных страны лилипутов».

«Триста поваров, — рассказывает Гулливер в другом месте, — готовили для меня кушанье. Вокруг моего дома были поставлены шалаши, где происходила стряпня и жили повара со своими семьями. Когда наступал час обеда, я брал в руки 20 человек прислуги и ставил их на стол, а человек 100 прислуживало с пола: одни подавали кушанье, остальные приносили бочонки с вином и другими напитками на шестах, перекинутых с плеча на плечо. Стоявшие наверху по мере надобности поднимали все это на стол при помощи веревок и блоков».



Не объясните ли вы, из какого расчета получили лилипуты такой огромный паек? И зачем понадобился столь многочисленный штат прислуги для прокормления одного человека? Ведь он всего лишь в дюжину раз выше ростом, нежели лилипуты. Соразмерны ли подобный паек и аппетит с относительной величиной Гулливера и лилипутов?

Задача № 2
Бочка и ведро лилипутов

«Наевшись, — рассказывает далее Гулливер о своем пребывании в стране лилипутов, — я показал знаками, что мне хочется пить. Лилипуты с большой ловкостью подняли на веревках до уровня моего тела бочку вина самого большого размера, подкатили ее к моей руке и выбили крышку. Я выпил все одним духом. Мне подкатили другую бочку. Я осушил ее залпом, как и первую, и попросил еще, — но больше у них не было».

В другом месте Гулливер говорит о ведрах лилипутов, что они были «не больше нашего большого наперстка».

Такие крошечные бочки и ведра могли ли быть в стране, где все предметы меньше нормальных только в 12 раз?

Задача № 3
Животные страны лилипутов

«Пятьсот самых больших лошадей было прислано, чтобы отвезти меня в столицу», — рассказывает Гулливер о стране лилипутов.

Не кажется ли вам, что 500 лошадей — чересчур много для этой цели, даже принимая во внимание относительные размеры Гулливера и лилипутских лошадей?

О коровах, быках и овцах лилипутов Гулливер рассказывает не менее удивительную вещь, — что, уезжая, он попросту «посадил их в свой карман».

Возможно ли это?

Задача № 4
Жесткая постель

О том, как лилипуты приготовили ложе своему гостю-великану, читаем в «Путешествии Гулливера» следующее:

«Шестьсот тюфяков обыкновенных лилипутских размеров было доставлено на подводах в мое помещение, где портные принялись за работу. Из полутораста тюфяков, сшитых вместе, вышел один, на котором я мог свободно поместиться в длину и ширину. Четыре таких тюфяка положили один на другой, — но даже и на этой постели мне было так же жестко спать, как на каменном полу».

Почему же Гулливеру было на этой постели так жестко? И правилен ли весь приведенный здесь расчет?

Задача № 5
Триста портных

«Ко мне было прикомандировано 300 портных-лилипутов с наказом сшить мне полную пару платья по местным образцам».

Неужели нужна такая армия портных, чтобы сшить один костюм на человека, ростом всего в дюжину раз больше лилипутского?

Задача № 6
Лодка Гулливера

Гулливер покинул страну лилипутов на лодке, которую случайно прибило к берегу. Лодка эта казалась лилипутам чудовищным кораблем, далеко превосходящим размеры самых крупных судов их флота.

Не можете ли вы рассчитать приблизительно, сколько лилипутских тонн водоизмещения имела эта лодка, если исходить из того, что она могла поднять груз в 20 пудов?

Задача № 7
Исполинские яблоки и орехи

«Один раз, — читаем мы в „Путешествиях Гулливера“ к бробдиньягам (великанам), — с нами отправился в сад придворный карлик. Улучив удобный момент, когда я, прохаживаясь, очутился под одним из деревьев, он ухватился за ветку и встряхнул ее над моей головой. Град яблок, величиной каждое с хороший бочонок, шумно посыпался на землю; одно ударило меня в спину и сбило с ног»…

В другой раз — «какой-то каверзный школьник запустил орехом прямо мне в голову и едва не попал, — а брошен был орех с такою силой, что неминуемо размозжил бы мне череп, так как был немногим меньше нашей небольшой тыквы».

Сколько примерно могли, по вашему мнению, весить яблоко и орех страны великанов?

Задача № 8
Кольцо великанов

В числе предметов, вывезенных Гулливером из страны великанов, было, говорит он, — «золотое кольцо, которое королева сама мне подарила, милостиво сняв его со своего мизинца и накинув мне через голову на шею, как ожерелье».

Возможно ли, чтобы колечко с мизинца хотя бы и великанши годилось Гулливеру как ожерелье? И сколько, примерно, должно было такое кольцо весить?

Задача № 9
Книги великанов

О книгах в стране великанов Гулливер сообщает такие подробности:

«Мне разрешено было брать из библиотеки книги для чтения, — но для того, чтобы я мог их читать, пришлось соорудить целое приспособление. Столяр сделал для меня деревянную лестницу, которую можно было переносить с места на место. Она имела 25 футов в вышину, а длина каждой ступеньки достигала 50-ти футов. Когда я выражал желание почитать, мою лестницу устанавливали футах в 10-ти от стены, повернув к ней ступеньками, а на пол ставили раскрытую книгу, прислонив ее к стене. Я взбирался на верхнюю ступеньку и начинал читать с верхней строки, переходя слева направо и обратно шагов на 8 или на 10, смотря по длине строк. По мере того, как чтенье подвигалось вперед и строки приходились все ниже и ниже уровня моих глаз, я постепенно спускался на вторую ступеньку, на третью и т. д. Дочитав до конца страницы, я снова поднимался вверх и начинал новую страницу таким же манером. Листы я переворачивал обеими руками, что было не трудно, так как бумага, на которой у них печатают книги, не толще нашего картона, а самые большие их фолианты имеют не более 18–20 футов в длину».

Соразмерно ли все это?

Задача № 10
Воротники великанов

В заключение остановимся на задаче этого рода, но заимствованной непосредственно из описания Гулливеровых приключений.

Вам, быть может, не было известно, что номер воротничка есть не что иное, как число сантиметров в его окружности. Если окружность вашей шеи 36 сантиметров, то вам подойдет воротник только № 36; воротник номером меньше будет тесен, а номером больше — просторен. Окружность шеи взрослого человека в среднем около 40 сантиметров.

Если бы Гулливер желал в Лондоне заказать партию воротников для обитателей страны великанов, то какой № он должен был бы заказать?

Ответы

Решение задачи № 1

Расчет был сделан совершенно верно, — если не считать маленькой арифметической ошибки. Не надо забывать, что лилипуты представляли собой точное, хотя и уменьшенное, подобие обыкновенных людей, с нормальной пропорцией частей тела. Следовательно, они были не только в 12 раз ниже ростом, но и в 12 раз у́же и в 12 раз тоньше Гулливера. Объем их тела поэтому был меньше объема тела Гулливера не в 12 раз, а в 12 х 12 х 12, т. е. в 1728 раз. И, конечно, для поддержания жизни такого тела надо соответственно меньше пищи. Вот почему лилипуты и рассчитали, что Гулливеру нужен паек, достаточный для прокормления 1728 лилипутов (у Свифта ошибочно указано 1724).

Теперь понятно, для чего понадобилось и так много поваров. Чтобы приготовить 1728 обедов, нужно не менее 300 поваров, считая, что один повар-лилипут может сварить полдюжины лилипутских обедов. Соответственно большое число людей необходимо было и для того, чтобы поднять такой груз на высоту Гулливерова стола, который был — как легко рассчитать — высотой с трехэтажный дом лилипутов.

Решение задачи № 2

Бочки и ведра лилипутов, если имели такую же форму, как наши, не только в 12 раз меньше наших по высоте, но и в 12 раз меньше по ширине и толщине, а следовательно, по объему меньше в 12 х 12 х 12 = 1728 раз. Значит, считая в нашем ведре 60 стаканов, мы легко можем рассчитать, что ведро лилипутов вмещало всего только или круглым числом стакана. Это немногим больше чайной ложки и, действительно, не превышает вместимости крупного наперстка.

Если вместимость ведра лилипутов почти равна чайной ложке, то вместимость винного бочонка, — даже если он был 10-ведерный, — не превышала стакана. Что же удивительного, что Гулливер не мог утолить жажды даже двумя такими бочками!

1
30
60
1728

1
3

Решение задачи № 3

Мы уже подсчитали в первой задаче, что Гулливер по объему тела был больше лилипутов в 1728 раз. Разумеется, он был во столько же раз и тяжелее. Перевезти его тело на лошадях лилипутам было так же трудно, как перевезти 1728 лилипутов. Отсюда понятно, зачем в повозку с Гулливером понадобилось впрячь такое множество лошадей.

Животные страны лилипутов были тоже в 1728 раз меньше по объему и, значит, во столько же раз легче, чем наши.

Наша корова имеет в высоту аршина два и весит 50 пудов. Корова лилипутов была меньше трех вершков росту и весила 50/1728 пуда, т. е. немногим больше одного фунта. Разумеется, такую игрушечную корову можно при желании уместить в кармане.

«Самые крупные их лошади и быки, — вполне правдоподобно рассказывает Гулливер, — были не выше 4–5 дюймов, овцы — около 1 1/2 дюйма, гуси — величиной с нашего воробья и т. д. до самых мелких животных. Их мелкие животные были почти невидимы для моих глаз. Я видел, как повар ощипывал жаворонка величиной с нашу обыкновенную муху, если не меньше; в другой раз молодая девушка при мне вдевала невидимую нитку в

невидимую иглу».

Решение задачи № 4

Расчет сделан вполне правильно. Если тюфяк лилипутов в 12 раз короче и, конечно, в 12 раз у́же тюфяка обычных размеров, то поверхность его была в 12 х 12 раз меньше поверхности нашего тюфяка. Чтобы улечься, Гулливеру нужно было, следовательно, 144 (круглым счетом — 150) лилипутских тюфяка. Но такой тюфяк был очень тонок — в 12 раз тоньше нашего. Теперь понятно, что даже 4 слоя подобных тюфяков не представили достаточно мягкого ложа: получился тюфяк втрое более тонкий, чем наш обыкновенный.

Решение задачи № 5

Поверхность тела Гулливера была не в 12 раз больше поверхности тела лилипутов, а в 12 х 12, т. е. в 144 раза. Это станет понятно, если мы представим себе, что каждому квадратному дюйму поверхности тела лилипута соответствует квадратный фут поверхности тела Гулливера, а в квадратном футе 144 квадратных дюймов. Раз так, то на костюм Гулливера должно было пойти в 144 раза больше сукна, чем на костюм лилипута, и, значит, соответственно больше рабочего времени. Если один портной может сшить костюм в 2 дня, то, чтобы сшить в один день 144 костюма (или один костюм Гулливера), могло понадобиться именно около 300 портных.

Решение задачи № 6

Лодка Гулливера могла поднять 20 пудов; следовательно ее водоизмещение — 20/60 = 1/3 тонны. Тонна — это вес кубического метра воды; значит, лодка вытесняла 1/3 куб. метра. Но все линейные меры лилипутов в 12 раз меньше наших, кубические же — в 1728 раз меньше. Легко сообразить, что 1/3 нашего кубич. метра заключала около 575 куб. метров страны лилипутов и что лодка Гулливера имела водоизмещение в 575 тонн (или около того, так как исходное число, 20 пудов, взято нами произвольно).

В наши дни, когда океаны бороздят суда в десятки тысяч тонн, корабль таких размеров никого не удивит, — но нужно иметь в виду, что в те времена, когда было написано «Путешествие Гулливера» (в начале XVIII века), суда в 500–600 тонн были редкостью.

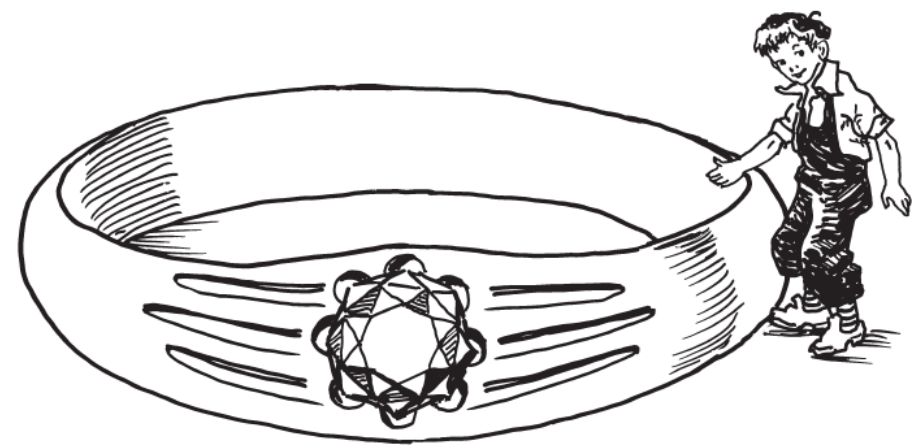
Решение задачи № 7

Легко рассчитать, что яблоко, которое весит у нас около четверти фунта, должно было в стране великанов весить, соответственно своему объему, в 1728 раз больше, т. е. 432 фунта, или почти 11 пудов! Такое яблоко, ударив человека в спину, едва ли оставит его в живых, так что Гулливер отделался чересчур легко от угрожавшей ему опасности быть раздавленным 11-пудовым грузом.

Орех страны великанов должен был весить фунтов 8–9, если принять, что наш орех весит около 1/2 золотника; в поперечнике исполинский орех мог иметь дюйма 4. Восьмифунтовый твердый предмет, брошенный со скоростью орешка, конечно, неминуемо должен был размозжить голову человеку нормальных размеров. И когда в другом месте Гулливер рассказывает, что обыкновенный град в стране великанов мгновенно повалил его на землю и что градины его «жестоко колотили по спине, по бокам и по всему телу, словно большие деревянные шары, какими играют в крокет», — то это вполне правдоподобно, потому что каждая градина страны великанов должна весить не меньше нескольких фунтов.

Решение задачи № 8

Поперечник мизинца человека нормальных размеров около 1/2 сантиметра. Умножив на 12, имеем для поперечника кольца великанши 1 1/2 x 12 = 18 сантиметров; кольцо с таким просветом имеет окружность — 18 x 3 1/7 = около 56 сантиметров. Это как раз достаточные размеры, чтобы возможно было просунуть через него голову нормальной величины (в чем легко убедиться, измерив бечевкой окружность своей головы в самом широком месте).



Что касается веса такого кольца, то, если обыкновенное колечко весит, скажем, один золотник, такого же фасона кольцо из страны великанов должно было весить 1728 золотников, т. е. немногим менее полупуда.

Решение задачи № 9

Если исходить из размеров современной книги обычного формата (сантиметров 25 длиной и 12 шириной), то описанное Гулливером представится несколько преувеличенным. Чтобы читать книгу менее 3 метров вышины и полутора метров ширины, можно обойтись без лестницы и нет надобности ходить вправо и влево на 8–10 шагов. Но во времена Свифта, в начале XVIII века, обычный формат книг (фолиантов) был гораздо больше, чем теперь. Фолиант, например, «Арифметики» Магницкого, вышедшей при Петре Великом, — имел размеры: около 30 сантиметров в высоту и 20 в ширину. Увеличивая в 12 раз, получаем для книг великанов более внушительные размеры: 360 сантиметров (почти 4 метра) в высоту и 240 см в ширину (2 1/2 метра). Читать четырехметровую книгу без лестницы нельзя; но и тут не пришлось бы, переходя от одной строки к другой, делать 8–10 шагов, так что последняя подробность у Свифта безусловно является преувеличением.

Подобный фолиант должен весить в 1728 раз больше, нежели наш, т. е. пудов 70–80. Считая, что в нем 500 листов, получаем для каждого листа книги великанов вес около 11–13 фунтов. Перелистывать такие страницы, конечно, не трудно.

Буквы в книгах великанов имели около 2–3 см высоты; читать такую крупную печать с расстояния 10 футов, как читал Гулливер, очень удобно.

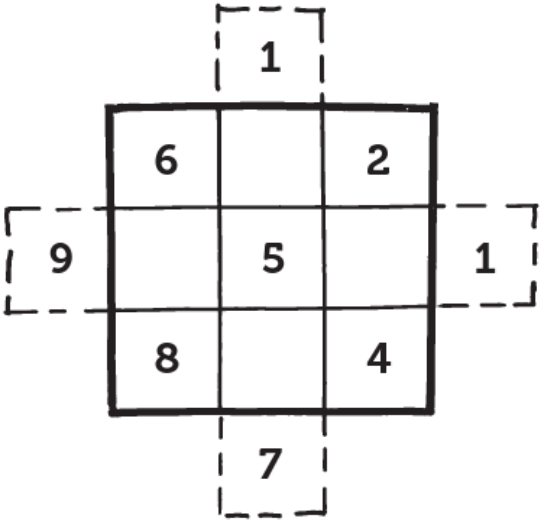
Решение задачи № 10

Окружность шеи великанов была больше окружности шеи нормального человека во столько же раз, во сколько раз был больше ее поперечник, т. е. в 12 раз. И если нормальному

человеку нужен воротничок номер 40, то для великана понадобился бы номер 40 x x 12 = 480.

Мы видим, что у Свифта все, казалось бы, столь причудливые образы его фантазии тщательно рассчитаны. Пушкин в ответ на некоторые упреки критиков «Евгения Онегина» заметил, что в его романе «время расчислено по календарю». С таким же правом мог бы Свифт сказать о «Гулливере», что все его образцы добросовестно рассчитаны по правилам геометрии (но не правилам механики — в этом отношении можно сделать Свифту существенные упреки).

Магические квадраты



Наименьший магический квадрат

Составление магических, или волшебных, квадратов — старинный и еще сейчас весьма распространенный вид математических развлечений. Задача состоит в отыскании такого расположения последовательных чисел (начиная с 1) по клеткам разграфленного квадрата, чтобы суммы чисел во всех строках, столбцах и по обеим диагоналям квадрата были одинаковы.

Наименьший магический квадрат — 9-клеточный; легко убедиться испытанием, что магический квадрат из четырех клеток существовать не может. Вот образчик 9-клеточного магического квадрата:

Сложим ли мы в этом квадрате числа 4 + + 3 + 8, или 2 + 7 + 6, или 3 + 5 + 7, или 4 + + 5 + 6, или любой другой ряд из трех чисел, мы во всех случаях получим одну и ту же сумму 15. Итог этот можно предвидеть, не составляя еще самого квадрата: три строки квадрата — верхняя, средняя и нижняя — должны заключать все его 9 чисел, составляющие в сумме

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45$$

С другой стороны, сумма эта должна быть равна, очевидно, утроенному итогу одной строки. Отсюда для каждой строки имеем итог:

$$45 : 3 = 15.$$

Подобным же образом можно заранее определить сумму чисел строки или столбца любого другого математического квадрата, состоящего из какого угодно числа клеток. Для этого нужно сумму всех чисел квадрата разделить на число его строк.

Повороты и отражения

Составив один магический квадрат, легко получить его видоизменения, то есть найти ряд новых магических квадратов. Если, например, мы составили квадрат (рисунок *а*), то, повернув его мысленно на четверть полного оборота (на 90°), получим другой математический квадрат (рисунок *б*):

6	1	8
7	5	3
2	9	4

а

8	3	4
1	5	9
6	7	2

б

Дальнейшие повороты — на 180° (половину полного оборота) и на 270° (три четверти полного оборота) — дадут еще два видоизменения начального квадрата.

Каждый из вновь полученных магических квадратов можно, в свою очередь, видоизменить, если представить себе, что он как бы отражен в зеркале. На рисунке ниже показаны начальный квадрат и одно из его зеркальных отражений.

6	1	8
7	5	3
2	9	4

2	9	4
7	5	3
6	1	8

Проделав с 9-клеточным квадратом все повороты и

отражения, получаем следующие его видоизменения:

1)

6	1	8
7	5	3
2	9	4

2)

8	1	6
3	5	7
4	9	2

3)

2	7	6
9	5	1
4	3	8

4)

6	7	2
1	5	9
8	3	4

5)

4	9	2
3	5	7
8	1	6

6)

2	9	4
7	5	3
6	1	8

7)

8	3	4
1	5	9
6	7	2

8)

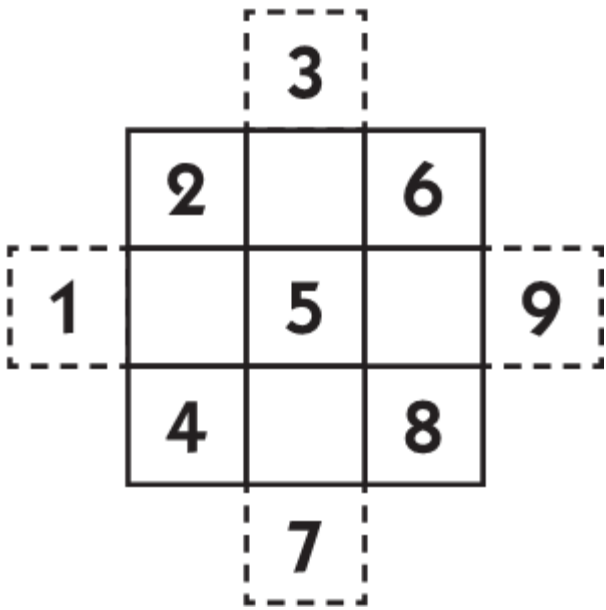
4	3	8
9	5	1
2	7	6

Это полный набор всех магических квадратов, какие вообще могут быть составлены из первых девяти цифр.

Способ Баше

Познакомимся со старинным приемом составления нечетных магических квадратов, то есть квадратов из любого нечетного числа клеток: 3×3, 5×7, 7×7 и т. п. Прием этот предложен в XVII веке французским математиком Баше. Так как способ Баше пригоден, между прочим, и для 9-клеточного квадрата, то удобнее всего начать описание способа именно с этого наиболее простого примера. Итак, приступим к составлению 9-клеточного магического квадрата по способу Баше.

Начертив квадрат, разграфленный на девять клеток, пишем по порядку числа от 1 до 9, располагая их косыми рядами по три в ряд, как показано на рисунке.

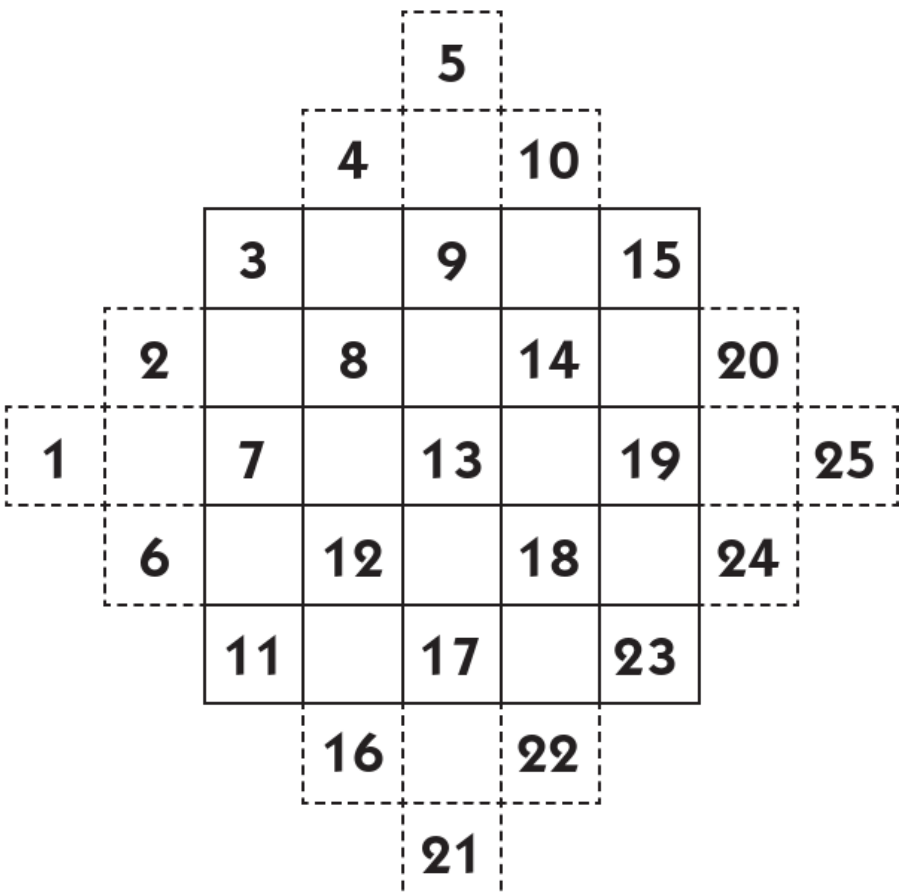


Числа, стоящие вне квадрата, вписываем внутрь его так, чтобы они примкнули к противолежащим сторонам квадрата (оставаясь в тех же столбцах или строках, что и раньше).

В результате получаем квадрат:

2	7	6
9	5	1
4	3	8

Применяем правило Баше к составлению квадрата из 5 × 5 клеток. Начинаем с расположения:



Остается только числа, оказавшиеся за рамками квадрата, ввести внутрь его. Для этого нужно фигуры, образованные числами, состоящими вне квадрата («террасы»), мысленно вдвинуть в квадрат так, чтобы эти фигуры примкнули к противолежащим сторонам квадрата. Получится магический 25-клеточный квадрат.

3	16	9	22	15
20	8	21	14	2
7	25	13	1	19
24	12	5	18	6
11	4	17	10	23

Обоснование этого простого приема довольно сложно; читатели могут удостовериться на практике, что способ правилен.

Составив один магический квадрат из 25 клеток, вы путем поворотов и отражений можете получить его видоизменения.

Индийский способ

Способ Баше, или, как его иначе называют, «способ террас», — не единственный для составления квадратов с нечетным числом клеток. Из других существующих способов сравнительно несложен весьма древний прием, придуманный, как полагают, в Индии еще до начала нашего летоисчисления. Его можно изложить кратко в шести правилах. Внимательно прочтите все правила, а затем проследите их применение на примере магического квадрата из 49 клеток:

30	39	49	1	10	19	23
38	47	7	9	18	27	29
46	6	8	17	26	35	37
5	14	16	25	34	36	45
13	15	24	33	42	44	4
21	23	32	41	43	3	12
22	31	40	49	2	11	20

1. В середине верхней строки пишут 1, а в самом низу среднего справа столбца — 2.

2. Следующие числа пишут по порядку в диагональном направлении вправо и вверх.

3. Дойдя до правого края квадрата, переходят к крайней левой клетке ближайшей вышележащей строки.

4. Дойдя до верхнего края квадрата, переходят к самой нижней клетке соседнего справа столбца.

Примечание. Дойдя до правой верхней угловой клетки,

переходят к левой нижней.

5. Дойдя до уже занятой клетки, переходят к клетке, лежащей непосредственно под последней заполненной клеткой.

6. Если последняя заполненная клетка находится в нижнем ряду квадрата, переходят к самой верхней клетке в том же столбце.

Руководствуясь этими правилами, можно быстро составлять магические квадраты с любым нечетным числом клеток.

Если число клеток квадрата не делится на 3, можно начинать составление магического квадрата не по правилу 1, а по другому правилу.

Единицу можно написать в любой клетке диагонального ряда, идущего от средней клетки крайнего левого столбца к средней клетке самой верхней строки квадрата. Все последующие числа вписываются согласно правилам 2–5.

Это дает возможность составить по индийскому способу не один, а несколько квадратов. Как например даем следующий магический квадрат из 49 клеток.

32	41	13	3	12	21	23
40	49	2	11	20	22	31
48	1	10	19	28	30	39
7	9	18	27	29	38	47
8	17	26	35	37	46	6
16	25	34	36	45	5	14
24	33	42	44	4	13	15

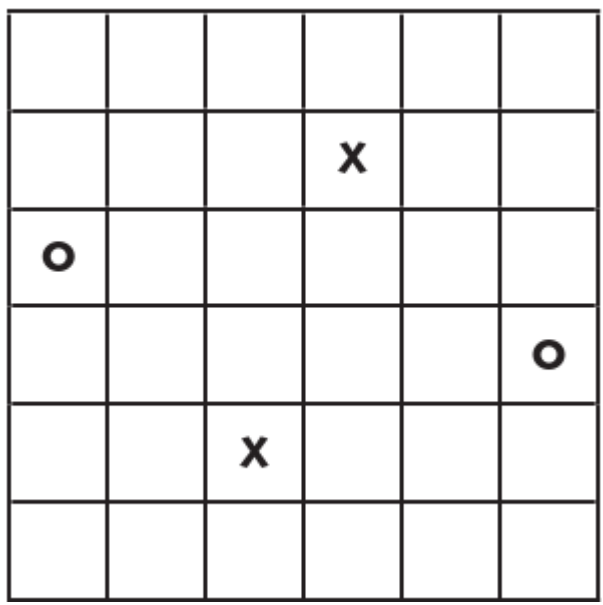
Упражнение. Составьте по индийскому способу несколько магических квадратов из 25 и из 45 клеток. Из полученных квадратов составьте еще несколько с помощью повторов и

отражений.

Квадраты с четным числом клеток

Для составления магических квадратов с четным числом клеток еще не найдено общего и удобного правила. Сравнительно простой прием существует лишь для таких четных квадратов, число клеток которых делится без остатка на 16; число клеток в стороне этих квадратов кратно 4, то есть сторона их состоит из 4, из 8, из 12 и т. д. клеток.

Условимся, какие клетки мы будем называть «противолежащими» друг другу. На рисунке ниже показаны для примера две пары противолежащих клеток: одна пара обозначена крестиками, другая — кружочками.



Мы видим, что если клетка находится во втором сверху ряду на четвертом слева месте, то противолежащая ей клетка находится во втором снизу ряжу на четвертом справа месте. (Читателю полезно поупражняться в нахождении еще нескольких пар противолежащих клеток.) Заметим, что для клеток, взятых в диагональном ряду, противолежащие расположены на этой же диагонали.

Способ составления квадратов с указанным числом клеток в стороне объясним на примере квадрата из 8 × 8 клеток. Начинают с того, что вписывают в клетки по порядку все числа от 1 до 64.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

В полученном квадрате диагональные ряды дают одинаковую сумму — 260, как раз такую, какая и должна быть в магическом квадрате из 8 × 8 клеток. (Проверьте это!) Но строки и столбцы этого квадрата имеют другие суммы.

Так, первая верхняя строка дает в сумме всего 36, то есть на 224 меньше, чем требуется (260 — 36); восьмая, самая нижняя, строка дает в сумме 484, то есть на 224 больше, чем требуется (484–260). Замечая, что каждое число восьмой строки на 56 больше находящегося над ним числа первой строки и это 224 = 4 × 56, приходим к выводу, что можно уравнять суммы этих строк, если половину чисел первой строки обменять местами с числами 57, 58, 59, 60.

Сказанное о первой и восьмой строках верно так же для строк второй и седьмой, третьей и шестой, вообще для каждой пары строк, равноотстающих от крайних. Производя обмен чисел во всех строках, получим квадрат с одинаковыми суммами строк.

Необходимо, однако, чтобы и столбцы давали ту же сумму. При первоначальном расположении чисел мы могли бы достигнуть этого путем такого же обмена чисел, какой мы

произвели сейчас с числами строк. Но теперь, после перестановок в строках, дело осложнилось. Чтобы быстро отыскать числа, подлежащие обмену, существует следующий прием, которым можно пользоваться с самого начала: вместо двояких перестановок — в строках и в столбцах — обменивают местами те числа, которые противолежат друг другу. Одного этого правила все же недостаточно — ведь мы установили, что обмену подлежат не все числа ряда, а только половина; остальные числа остаются на прежних местах. Какие же из противолежащих пар надо обменивать?

На этот вопрос отвечают следующие четыре правила:

1. Надо магический квадрат разделить на четыре квадрата, как показано на рисунке:

1x	2	3	4x	5x	6	7	8x
9x	10x	11	12	13	14	15x	16x
17	18x	19x	20	21	22x	23x	24
25	26	27x	28x	29x	30x	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

2. В левом верхнем квадрате отметить крестиками половину всех клеток так, чтобы в каждом столбце и в каждой строке этого квадрата была отмечена ровно половина входящих в них клеток. Это можно сделать различными способами — например, так, как

показано на приведенной выше фигуре.

3. В правом верхнем квадрате отметить крестиками клетки, симметричные тем, которые были отмечены в левом верхнем квад-рате.

4. Теперь остается числа, находящиеся в отмеченных клетках, поменять местами с числами, находящимися в противолежащих клетках.

В результате всех проделанных перестановок получается магический квадрат из 64 клеток, который здесь приведен:

64	2	3	61	60	6	7	57
56	55	11	12	13	14	50	49
17	47	46	20	21	43	42	24
25	26	38	37	36	35	31	32
33	34	30	29	28	27	39	40
41	23	22	44	45	19	18	48
16	15	51	52	53	54	10	9
8	58	59	5	4	62	63	1

Мы могли бы, однако, и многими другими способами отметить клетки в левом верхнем квадрате, причем правило 2 было бы соблюдено.

Это можно сделать, например, так, как показано на помещенном здесь рисунке.

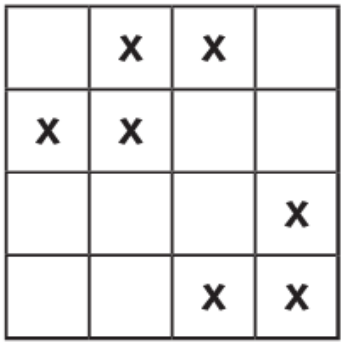
Читатель несомненно сам найдет еще очень много способов расстановки крестиков в клетках левого верхнего квадрата.

Пользуясь затем правилами 3 и 4, можно будет получить еще несколько магических квадратов из 64 клеток.

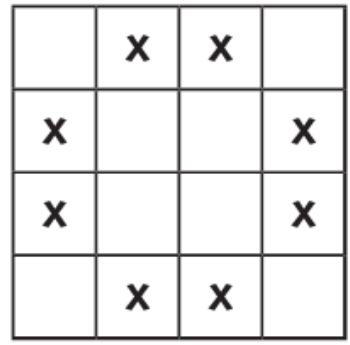
Таким же способом можно построить магические квадраты, состоящие из 12×12, 16×16 и так далее клеток.

Предлагаем читателю самостоятельно проделать это.

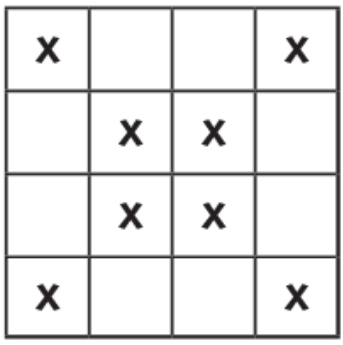
1)



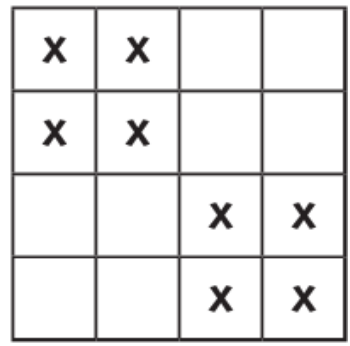
2)



3)



4)



Откуда магические квадраты получили свое название

Первое упоминание о магическом квадрате встречается в древнейшей китайской книге, относящейся к эпохе за 4000–5000 лет до нашего времени.

Глубже были знакомы с магическими квадратами в древней Индии. Из Индии увлечение магическими квадратами перешло к арабам, которые приписывали этим числовым сочетаниям таинственные свойства.

В Западной Европе в Средние века магические квадраты были достоянием представителей мнимых наук — алхимии и астрологии. От старинных суеверных представлений эти числовые квадраты и получили свое необычное в математике название — «магические», то есть волшебные. Астрологи и алхимики верили, что дощечка с изображенным на ней магическим квадратом способна отвратить беду от человека, который носит на себе такой талисман.

Составление магических квадратов не является только забавой. Теорию их разрабатывали многие выдающиеся математики.

Она находит применение в некоторых важных математических вопросах. Так, например, имеется способ решения систем уравнений со многими неизвестными, который использует выводы теории магических квадратов.

Задачи о транспорте

Перелет

Самолет покрывает расстояние от города *A* до города *B* за 1 час 20 минут. Однако обратный перелет он совершает в 80 минут.

Как вы это объясните?

Два паровоза

Вам случалось, наверное, видеть, как поезд везут два паровоза: один — впереди состава, другой — сзади. Но думали ли вы о том, что при этом происходит со сцепкой вагонов с буферами? Передний паровоз увлекает за собой вагоны лишь тогда, когда их сцепка натянута; но при этом буфера не соприкасаются, и задний паровоз не может толкать вагоны. Наоборот, когда задний паровоз толкает состав, буфера напирают друг на друга, сцепка же не натянута, а потому работа переднего паровоза бесполезна.

Выходит, что оба паровоза не могут одновременно двигать поезд: с пользой работает либо один, либо другой паровоз.

Для чего же прицепляют два паровоза?

Скорость поезда

Вы сидите в вагоне поезда и желаете знать, с какой скоростью он мчится.

Можете ли вы определить это по стуку колес?

Два поезда

Два поезда вышли одновременно с двух станций навстречу друг другу. Первый достиг станции назначения спустя час после их встречи, второй — спустя 2 часа 15 минут после встречи.

Во сколько раз скорость одного поезда больше скорости другого?

Задача допускает устное решение.

Как поезд трогается с места?

Вы заметили, вероятно, что перед тем, как двинуть поезд вперед, машинист нередко подает весь состав назад.

Для чего это делается?

Состязание

Две парусные лодки участвуют в состязании: требуется пройти 24 км туда и обратно в кратчайшее время. Первая лодка прошла весь путь с равномерной скоростью 20 км в час; вторая двигалась туда со скоростью 16 км в час, а обратно — со скоростью 24 км в час.

Победила на состязании первая лодка, хотя, казалось бы, вторая должна была в одном направлении отстать от первой ровно на столько же, на сколько она опережала ее на обратном пути, и, следовательно, прийти одновременно с первой.

Почему же она опоздала?

От Энска до Иксограда

Плывя по течению, пароход делает 20 км в час; плывя против течения — всего 15 км в час. Чтобы пройти от пристани города Энска до пристани Иксограда, он употребляет на 5 часов меньше, чем на обратный путь.

Как велико расстояние между этими городами?

Ответы

Перелет

В этой задаче нечего объяснять: самолет совершает перелет в обоих направлениях в одинаковое время, потому что 80 минут = 1 часу 20 минутам.

Задача рассчитана на невнимательность читателя, который может подумать, что между 1 часом 20 минутами и 80 минутами есть разница. Как ни странно, но людей, попадающихся на этот крючок, оказывается немало, притом среди привыкших делать расчеты их больше, чем среди малоопытных вычислителей. Причина кроется в привычке к десятичной системе мер и денежных единиц. Видя обозначение «1 час 20 минут» и рядом с ним «80 минут», мы невольно оцениваем различие между ними, как разницу между 1 рублем 20 копейками и 80 копейками. На эту психологическую ошибку и рассчитана задача.

Два паровоза

Головоломный вопрос решается очень просто. Передний паровоз тянет не весь состав, а только часть его, примерно половину вагонов. Остальные вагоны подталкиваются задним паровозом. У первой части состава сцепка вагонов натянута, у остальной она свободна, и вагоны упираются буфер в буфер.

Скорость поезда

Вы заметили, конечно, что при езде в вагоне ощущаются все время мерные толчки; никакие рессоры не могут сделать их неощутимыми. Толчки эти происходят оттого, что колеса слегка сотрясаются в местах соединения двух рельсов и толчок передается всему вагону.

Эти-то неприятные толчки, довольно разрушительно действующие на вагоны и рельсы, можно использовать для определения скорости поезда. Стоит лишь сосчитать, сколько толчков в минуту испытывает вагон, чтобы узнать, сколько рельсов пробежал поезд. Остается умножить это число на длину каждого рельса, — и вы получите расстояние, проходимое поездом в минуту.

Обычная длина рельса — около 15 м (выйдя на станции из вагона, вы можете, измеряя рельсы шагами, узнать их длину;

каждые семь шагов можно принять за 5 м). Сосчитав с часами в руках число толчков в минуту, умножьте это число на 15, затем на 60 и делите на 1000 — получится число километров, пробегаемое поездом в час:

$$\frac{(\text{число толчков}) \times 15 \times 60}{1000} = \text{числу километров в час.}$$

Два поезда

Более быстрый поезд прошел до точки встречи путь во столько же раз длиннее пути медленного поезда, во сколько раз скорость быстрого поезда превышает скорость медленного. После встречи быстрому поезду оставалось пройти до станции путь, пройденный до встречи медленным поездом, и наоборот.

Другими словами, быстрый поезд после встречи прошел путь во столько раз короче, во сколько раз больше его скорость. Если обозначить отношение скоростей через x, то на прохождение части пути от места встречи до станции быстрый поезд употребил в x^2 меньше времени, чем медленный. Отсюда $x^2 = 2\ 1/4$, и $\times = 1\ 1/2$, то есть скорость одного поезда в полтора раза больше скорости другого.

Как поезд трогается с места?

Когда поезд, прибыв на станцию, останавливается, сцепка вагонов натянута. Если паровоз станет тянуть состав в таком виде, ему придется сдвигать с места весь состав сразу, при тяжелом составе это ему не под силу. Другое дело, когда паровоз предварительно подал состав назад; сцепка тогда не натянута, и приводится в движение вагон за вагоном последовательно, — это гораздо легче.

Короче говоря, машинист делает то же самое, что и возница тяжело нагруженного воза: он вскакивает на него только на ходу, когда движение уже началось; иначе лошади пришлось бы брать с места чересчур значительный груз.

1
4
1
2

Состязание

Вторая лодка опоздала потому, что двигалась с 24-километровой скоростью меньшее время, чем с 16-километровой. Действительно, с 24-километровой скоростью она двигалась 24/24, то есть 1 час, а с 16-километровой — 24/26, то есть 1 1/2 часа. Поэтому она на пути туда потеряла времени больше, чем выгадала на обратном пути.

От Энска до Иксограда

Плывя по течению, пароход делает 1 км в 3 минуты; плывя против течения — 1 км в 4 минуты. На каждом километре пароход в первом случае выгадывает 1 минуту, а так как на всем расстоянии он выгадывает 5 часов, или 300 минут, то, следовательно, от Энска до Иксограда 300 км.

Действительно:

$$\frac{300}{15} - \frac{300}{20} = 20 - 15 = 5.$$